

Instituto Politécnico do Porto  
Instituto Superior de Engenharia do Porto

Curso de Mestrado em  
Tecnologia e Gestão Das Construções

Relatório de Estágio  
Direcção e Gestão de Obra – Obra de Arte  
Ponte Sobre o Rio Lombe - Angola

António Silva, nº1040013

Junho de 2013

## AGRADECIMENTOS

Este relatório não teria sido concluído sem o apoio e contributo de algumas pessoas, que desde o início ou em momentos preciosos, contribuíram de alguma forma, para o enriquecimento deste trabalho. Gostaria de manifestar os meus sinceros agradecimentos.

- Ao meu orientador, o Engenheiro João Filipe Brea Da Silva Pacheco e ao meu co-orientador Engenheiro José Carlos Pinto Faria pela disponibilidade, esclarecimentos e auxílio prestado;

- A Empresa CONDURIL – Engenharia, S.A. – Sucursal Angola, pelo estabelecimento do protocolo que permitiu a realização deste estágio;

- Aos meus pais e a minha irmã, por todo o apoio e compreensão ao longo dos últimos anos;

- Aos meus colegas de trabalho, e em particular ao meu amigo Engenheiro Jorge Lúcio Teixeira de Castro, por todo o apoio, incentivo, conselhos e ajuda, no decorrer deste trabalho.

*Palavras-chave:*

Direcção Técnica de Obra, Gestão, Coordenação, Planeamento.

## RESUMO

Este relatório diz respeito ao trabalho desenvolvido em ambiente de estágio académico numa empreitada de Obra Pública, compreendendo a construção da nova ponte sobre o rio Lombe, na EN230, Estrada N'Dalatando – Malanje, Província de Malanje, República de Angola.

O estágio foi realizado na CONDURIL – Engenharia, S.A. – Sucursal Angola, empresa dedicada à execução de obras de engenharia civil e obras públicas, com uma vasta experiência profissional nesta área de actividade.

O objectivo deste relatório, para além da descrição de todos os trabalhos práticos de execução da obra, é de transcrever os conhecimentos adquiridos ao longo do estágio, nomeadamente no que concerne aos processos de ‘Gestão, Coordenação e Planeamento’, imputáveis as funções da ‘Direcção Técnica de Obra’ durante toda a fase de execução da empreitada, estando o principal foco na descrição das actividades referentes ao controlo da obra.

*Keywords:*

Technical Direction of Work, Management, Coordination, Planning.

## **ABSTRACT**

This report covers the work environment in an academic internship contract for Public Works, including the New Construction Of Bridge On the River Lombe in EN230 Road N'Dalatando - Malanje, Malanje Province, Republic of Angola. The stage was held in the Company Conduril - Engenharia, SA - ANGOLA is a company dedicated to the execution of Works of Civil Engineering and Public Works, with extensive professional experience in this area of activity. The purpose of this report that besides being describe all the practical execution of the Work, is to transcribe the knowledge acquired during the training, particularly in relation to the processes of Management, Coordination and Planning, attributable functions Directorate of Technical work throughout the implementation phase of the contract, being the main focus of this work at the discretion of achieving control of the Work.



# ÍNDICE

LISTA SÍMBOLOS E ABREVIATURAS .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
ÍNDICE DE QUADROS .....	XIV
ÍNDICE DE ESQUEMAS .....	XIV
ÍNDICE DE FORMULAS .....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XVI
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. PROFISSIOGRAMA .....	3
2.1. DIRECTOR TÉCNICO OBRA .....	3
2.1.1. FUNÇÃO .....	3
2.1.1.1. OBJECTIVO GERAL .....	3
2.1.1.2. PLANEAMENTO E PREPARAÇÃO DA OBRA .....	3
2.1.1.3. EXECUÇÃO DA OBRA .....	4
2.1.1.4. RELAÇÕES EXTERNAS .....	5
2.1.1.4.1. Relações com o Cliente .....	5
2.1.1.4.2. Relações com a Fiscalização .....	5
2.1.1.5. GESTÃO DOS RECURSOS .....	5

2.1.1.5.1. Recursos Humanos .....	5
2.1.1.5.2. Máquinas e Equipamentos.....	5
<b>2.1.1.6. COLABORAÇÃO COM DIRECÇÃO DE PRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1.7. COLABORAÇÃO COM A DIRECÇÃO DE QUALIDADE .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. ORGANOGRAMA FUNCIONAL DA OBRA _ _ _ _ _</b>	<b>7</b>
<b>3. OBRA.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. – DESCRIÇÃO DE OBRA _ _ _ _ _</b>	<b>9</b>
<b>3.2. PLANO DE TRABALHOS _ _ _ _ _</b>	<b>13</b>
3.2.1. TRABALHOS PRINCIPAIS.....	13
3.2.2. FASEAMENTO DA OBRA .....	14
3.2.3. CORNOGRAMA DE PLANO DE TRABAHO .....	17
3.2.4. PLANO DE MÃO DE OBRA.....	18
3.2.5. PLANO DE EQUIPAMENTO.....	19
3.2.6. MÃO-DE-OBRA E EQUIPAMENTO POR ACTIVIDADE .....	20
<b>4. EXECUÇÃO DE OBRA .....</b>	<b>23</b>
<b>4.1. ESTALEIRO DE OBRA _ _ _ _ _</b>	<b>23</b>
4.1.1. INSTALAÇÕES ADIMINISTRATIVAS.....	24
4.1.2. INSTALAÇÕES SOCIAIS .....	24
4.1.3. INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS.....	25
4.1.4. CENTRAL DE BETÃO .....	27
4.1.5. APROVISIONAMENTO.....	29

4.1.5.1. REQUISIÇÕES .....	29
4.1.5.2. RECEPÇÃO DE MATERIAIS/EQUIPAMENTOS .....	30
4.1.5.3. ARMAZENAGEM .....	32
4.1.6. PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE .....	33
4.2. CONTROLO DE EXECUÇÃO DE OBRA .....	35
4.2.1. PROCEDIMENTOS DE TRABALHO.....	35
4.2.1.1. IMPLANTAÇÃO E PIQUETAGEM .....	35
4.2.1.2. PROSPECÇÃO DO SOLO.....	37
4.2.1.3. DIMENSIONAMENTO PRÉ - ESFORÇO .....	41
4.2.1.4. PONTE METÁLICA EXISTENTE.....	49
4.2.1.4.1. Demolição.....	49
4.2.1.5. ELEMENTOS DE SUPORTE DA NOVA PONTE .....	51
4.2.1.5.1. Movimentos de Terra .....	51
4.2.1.5.2. Fundações Directas .....	54
4.2.1.5.3. Encontros e Pilares.....	56
4.2.1.6. TABULEIRO .....	59
4.2.1.6.1. Sistema de Cofragem.....	59
4.2.1.6.2. Montagem do Sistema .....	63
4.2.1.6.3. Armadura e Pré-esforço.....	66
4.2.1.6.4. Betonagem .....	69
4.2.1.6.5. Aplicação do Tensionamento.....	71
4.2.1.6.6. Descofragem .....	72

4.2.1.7. ACABAMENTOS .....	73
4.2.1.8. PAVIMENTAÇÃO.....	77
4.2.1.9. SITUAÇÃO FINAL DE OBRA .....	83
4.2.2. CONTROLO DO PLANEAMENTO .....	83
4.2.2.1. CONTROLO DIÁRIO .....	83
4.2.2.2. CONTROLO MENSAL.....	84
4.2.3. CONTROLO DE CUSTOS .....	85
4.2.3.1. CONTROLO SEMANAL.....	85
4.2.3.2. CONTROLO MENSAL.....	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	88

## **LISTA SÍMBOLOS E ABREVIATURAS**

DTO – Director Técnico da Obra

PQO – Plano qualidade de Obra

PSS – Plano de Segurança e Saúde

DAG – Director da Área Geográfica

DP – Direcção de Produção

ACM – Armazém Central de Materiais

ACE – Armazém Central de Equipamentos

CE - Caderno de Encargos

MTQ - Mapa de Trabalhos e Quantidades

PT - Plano de Trabalhos

TSHT – Técnico de Segurança e Higiene no Trabalho

RS – Responsável pela segurança

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Corte transversal da ponte	10
Figura 1.2 – Alçado da Obra	11
Figura 1.3 – Mapa de Localização da Obra	11
Figura 1.4 – Estrutura Metálica Existente	12
Figura 2.1 – Fase 1 da Obra	15
Figura 2.2 – Fase 2 da Obra	15
Figura 2.3 – Fase 3 da Obra	16
Figura 2.4 – Diagrama de Plano de Trabalho	17
Figura 2.5 – Plano de Mão de Obra	18
Figura 2.6 – Plano de Equipamento	19
Figura 2.7 – Mão-de-Obra e Equipamento por Tarefa	20
Figura 3.1 – Localização Estaleiro de Frente de Obra	25
Figura 3.2 – Distancia do Estaleiro de Frente de Obra em relação ao Estaleiro Central	26
Figura 3.3 – Instalações Administrativas, Casa dos Guardas	26
Figura 3.4 – Instalações Administrativas e Instalações Sociais	27
Figura 3.5 – Central de Betão	28
Figura 3.6 – Etiqueta que deve acompanhar as bobines de pré-esforço	32
Figura 3.7 – Etiqueta que deve acompanhar o atado de aço em varão para betão armado	32
Figura 3.8 – Planta do Estaleiro	35
Figura 4.1 – Recolha de amostra a partir da corotadora – S2	37
Figura 4.2 – Localização das sondagens	40
Figura 4.3 – Corte Geológico	40

Figura 4.4 – Vista no terreno da Sondagem S1	41
Figura 5.1 – Vista longitudinal, trajectória dos cabos de pré-esforço	42
Figura 5.2 – Corte lateral, armaduras de reforço	48
Figura 6.1 – Ponte Metálica Provisória	49
Figura 6.2 – Ponte Metálica Provisória durante processo de arrastamento	50
Figura 6.3 – Local da Nova Ponte, elementos estruturais antigos e parcialmente demolidos	50
Figura 6.4 – Distancia do Estaleiro Frente Obra em relação ao vazadouro	51
Figura 7.1 – Zona de maciço de fundação do Encontro E2	52
Figura 7.2 – Zona de maciço de fundação do Encontro E2	53
Figura 7.3 – Zona de maciço de Fundação Pilar P2	53
Figura 7.4 – Betão de limpeza na zona da sapata do Encontro E1	55
Figura 7.5 – Sapata do Encontro E2 com armadura de arranque	55
Figura 7.6 – Execução das paredes do Encontro E2	56
Figura 7.7 – Aterro dos Elementos Estruturais Encontro E2	57
Figura 7.8 – Vista do Encontro E2 e E1, Auto Grua inicio de execução Pilar P2	57
Figura 7.9 – Execução Pilar P2	58
Figura 7.10 – Execução Pilar P2	58
Figura 8.1 – Cofragem racional Top50	59
Figura 8.2 – Vista em Obra da cofragem racional Top50	60
Figura 8.3 – Painel de contraplacado marítimo	60
Figura 8.4 – Viga Doka H20P (DOKA)	61
Figura 8.5 – Cinta metálica WS 1 0. (DOKA)	61
Figura 8.6 – Vista em obra das escoras de eixo roscado T7 100/150	61

Figura 8.7 – Vista em obra das sistema de cembre D2	62
Figura 8.8 – Corte longitudinal do escoramento	62
Figura 8.9 – Planta dos módulos de cofragem	62
Figura 8.10 – Início de montagem do cembre	63
Figura 8.11 – Sistema de cembre concluído, início de montagem de cofragem	64
Figura 8.12 – Aparelho de apoio	64
Figura 8.13 – Montagem de cofragem	65
Figura 8.14 – Aspecto final após conclusão de montagem da cofragem	65
Figura 8.15 – Montagem da Armadura	66
Figura 8.16 – Montagem da Armadura	67
Figura 8.17 – Armadura do tabuleiro e bainhas de pré-esforço	67
Figura 8.18 – Reforço de armadura nas caixas de ancoragem do pré-esforço	68
Figura 8.19 – Betonagem do tabuleiro, Auto Bomba e Auto Betoneira no lado direito	70
Figura 8.20 – Betonagem do tabuleiro e vibração do betão	70
Figura 8.21 – Betonagem do tabuleiro	71
Figura 8.22 – Plano de puxe pré-esforço	72
Figura 8.23 – Aspecto final depois de retirar a cofragem e escoramento	73
Figura 9.1 – Pormenor da viga bordadura	74
Figura 9.2 – Pormenor tubo para esgotos do tabuleiro	74
Figura 9.3 – Vista em obra da viga bordadura e Guarda Corps	75
Figura 9.4 – Colocação dos tubos galvanizados para esgotos do tabuleiro	75
Figura 9.5 – Vista de descida de talude, caixa de recção e guardas metálicas de segurança	78
Figura 9.6 – Vista geral do tabuleiro e postes de energia solar	78



Figura 9.7 – Trabalhos de correcção da trajectória do rio e reperfilamento de taludes	77
Figura 10.1 – Distancia do Estaleiro de Frente de Obra em relação ao Estaleiro da Voanvala	78
Figura 10.2 – Vista geral do tabuleiro depois da rega de impregnação	79
Figura 10.3 – Vista da espalhadora e camião basculante durante a pavimentação	79
Figura 10.4 – Vista do cilindro de rolos durante a compactação das massas betuminosas	80
Figura 10.5 – Medidor da temperatura das massas betuminosas	80
Figura 10.6 – Colocação de base para nivelamento das lajes de transição	81
Figura 10.7 – Execução de junta de dilatação	81
Figura 10.8 – Vista final da junta de dilatação	82
Figura 10.9 – Execução das pinturas horizontais	82
Figura 11.1 – Aspecto final da Ponte Sobre o Rio Lombe	88

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Principais características da obra	10
Quadro 2 - Relação entre o SPT e a tensão admissível das argilas	39
Quadro 3 –Índice RQD	39
Quadro 4 – Quadro resumo das forças pré-esforço obtidas	47
Quadro 5 – Características da hélice conforme a ETA da Dywidag	47

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1.1 – Organograma Direcção de Produção	7
Esquema 2.1 – Armadura de reforço	48

## ÍNDICE DE FORMULAS

Formula 1.1 - Deformação elástica	44
Fórmula 1.2 – Modulo Elasticidade do betão (EB)	45
Formula 1.3 – Deslizamento de Cunhas	45
Formula 1.4 – Perdas de atrito	45
Formula 1.5 –Relaxação dos cabos	46
Formula 1.6 – Retracção do Betão	46
Formula 1.7 – Perdas por fluência	46

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Anexo I** – Plano de Trabalhos. Plano Mão-de-Obra, Plano de Equipamento, Mão-de-Obra e Equipamento por Tarefa

**Anexo II** – Requisições ACM, Carpintaria/Serralharia, Avaliação conformidade do Betão.

**Anexo III** – Instruções Gerais de Segurança, Armazenamento de Substâncias Perigosas, Plano de Assistência/Emergência Médica.

**Anexo IV** - Os Diagramas de Sondagens e Carta Geológica.

**Anexo V** - Calculo Perdas Imediatas Por Deformação Elástica do Betão, Calculo Perdas Imediatas Por Deslizamento Das Cunhas, Calculo Perdas Por Atrito, Calculo Perdas Diferidas, Trajectória dos cabos de Pré-Esforço, Armadura de Reforço de Cunhas e Plano de Puxe.

**Anexo VI** – Partes Diárias (mod.004/DP), Relatório Mensal de Produção (mod. 015/DP), Relatório Semanal de Produção (mod. 600/DP, Mod. 196/DP – Situação de Obra.

# 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório de estágio faz parte dos requisitos curriculares do DIPRE – Dissertação/Projecto/Estágio a cumprir pelos estudantes para a obtenção do grau de Mestre em Tecnologia e Gestão das Construções.

A base motivacional impulsionada para a realização deste ‘estágio curricular’, deve-se ao facto do estagiário poder aplicar os conhecimentos teóricos apreendidos durante o curso de mestrado, com a realidade da engenharia civil e no panorama actual do mercado de trabalho, integrando na dinâmica de uma empresa de obras de engenharia civil e obras públicas.

O estágio foi realizado na empresa CONDURIL – Engenharia, S.A. – Sucursal Angola, e decorreu no período entre Novembro de 2011 e Maio de 2012, período no qual o estagiário residiu nas instalações da CONDURIL na Província de Malange, Republica de Angola.

As funções do estagiário incidiram principalmente no ‘Controlo de Execução da Obra’ da nova ponte sobre o rio Lombe, na EN230, Estrada N’Dalatando – Malanje. Esteve directamente envolvido nos processos que o compõem, nomeadamente ‘Planeamento, Preparação das Actividades’, ‘Controlo Diário e Mensal do Planeamento’, ‘Controlo Semanal e Mensal dos Custos da Obra’, ‘Requisições ao Armazém Central de Materiais (ACM) e Armazém Central de Equipamentos (ACE)’, ‘Elaboração dos Autos de Medição’ e ‘Análise de Propostas’.

A execução da obra envolveu os seguintes processos:

- Montagem do Estaleiro;
- Movimento de terras e escavação para fundações;
- Execução das Sapatas, Encontros e Pilares;
- Execução do tabuleiro;
- Acabamentos.



## **2. PROFISSIOGRAMA**

### **2.1. DIRECTOR TÉCNICO OBRA**

O Director Técnico da Obra (DTO) para exercer a direcção técnica deve ter como habilitação mínima uma licenciatura em Engenharia Civil. Tem como dependência hierárquica o Director de Área Geográfica (DAG).

#### **2.1.1. FUNÇÃO**

##### **2.1.1.1. OBJECTIVO GERAL**

O objectivo geral do DTO consiste na execução da obra, baseado:

- Na responsabilidade pela aplicação do Sistema de Gestão da Qualidade e Segurança da obra, Definido no Plano de Qualidade da Obra (PQO) e no Plano de Segurança e Saúde (PSS);
- No cumprimento das condições técnicas e legais constantes no caderno de encargos;
- Na gestão de prazos e dos factores de produção, sobre o controlo permanente dos planos e orçamentos elaborados;
- Nas relações cordiais e correctas com o dono de obra e com todos os agentes envolvidos, visando o reforço da boa imagem da empresa.

##### **2.1.1.2. PLANEAMENTO E PREPARAÇÃO DA OBRA**

As principais funções do DTO no ‘Planeamento e Preparação da Obra’ são:

- Estudo da documentação da obra de modo a elaborar o planeamento da obra;

- Identificação/ desenvolvimento das actividades principais da obra e elaboração do Plano de Qualidade da Obra em colaboração com o Responsável pela Qualidade e o Plano de Segurança e Saúde com o responsável pela Segurança.

### **2.1.1.3. EXECUÇÃO DA OBRA**

As principais funções do DTO no ‘Execução da Obra’ são:

- Cumprir os prazos, as especificações técnicas e as condições gerais do caderno de encargos e os compromissos assumidos perante o dono de obra;
- Optimizar a rentabilidade dos meios de produção (mão de obra, materiais e equipamentos) afectos à obra;
- Proceder à distribuição da documentação de controlo de obra;
- Verificar e aprovar a preparação dos trabalhos;
- Garantir a implementação do PQO e PSS;
- Controlar a execução dos planos e orçamentos elaborados e, designadamente, das partes diárias das frentes de trabalho e dos equipamentos;
- Efectuar/verificar, todos os meses o mapa de produção mensal, o auto de medição com os trabalhos efectivamente realizados e auto de medição a enviar ao cliente;
- Respeitar e obrigar ao cumprimento das normas de Segurança e Higiene no Trabalho;
- Informar nos prazos legais o responsável de Segurança sobre a ocorrência de acidentes graves ou mortais;



#### **2.1.1.4. RELAÇÕES EXTERNAS**

##### ***2.1.1.4.1. Relações com o Cliente***

O DTO deverá promover e estar presente em todas as reuniões entre o cliente e a empresa, estimulando o bom relacionamento com vista ao equilíbrio e justeza de resoluções.

##### ***2.1.1.4.2. Relações com a Fiscalização***

Sendo a Fiscalização o representante do Dono de Obra cumpre ao DTO:

- Representar a empresa perante a fiscalização
- Elaborar, conjuntamente com a fiscalização, os autos de medição mensais, das medições gerais, dos trabalhos normais e dos trabalhos a mais;
- Obter a aprovação dos trabalhos a mais, ou não previstos, e de que não exista preço no contracto, negociando os preços unitários, após aprovação prévia pela Direcção de Produção;
- Promover o bom relacionamento entre todos os elementos da obra com a fiscalização, visando o bom nome e imagem da empresa.

#### **2.1.1.5. GESTÃO DOS RECURSOS**

O DTO deverá ser responsável pela ‘Gestão dos Recursos’ afectos à obra, cumprindo-lhe assumir as responsabilidades na gestão dos ‘Recursos Humanos’ e das ‘Máquinas e Equipamentos’.

##### ***2.1.1.5.1. Recursos Humanos***

O DTO deverá cumprir as seguintes responsabilidades:

- Gerir da melhor forma os recursos humanos previstos no respectivo mapa de mão-de-obra, elaborar e ajustar as diversas equipas de trabalho;

- Garantir e disponibilizar os recursos necessários (humanos, técnicos e administrativos), para o cumprimento das prestações constantes no PSS;
- Atribuir, sempre que disso tenha necessidade, e como cumprimento dos objectivos definidos, prémios de produção ou outros, propor a promoção de pessoal quando entender necessário;
- Dinamizar, inculcando-lhe espírito de equipa, todo o grupo de trabalho, de modo a que todos os graus hierárquicos estejam sintonizados, no cumprimento dos objectos definidos;

#### ***2.1.1.5.2. Máquinas e Equipamentos***

O DTO deverá zelar pela ‘Manutenção e Conservação das Máquinas e Equipamentos’, sendo responsável por:

- Maximizar a produtividade dos equipamentos e máquinas à sua disposição;
- Promover, em colaboração com a ‘Direcção de Equipamento’, o conhecimento e a formação profissional dos operadores das máquinas e equipamentos;
- Verificar as partes diárias e do respectivo mapa-resumo mensal a enviar à ‘Direcção de Equipamento’;
- Em caso de avarias graves, informar o responsável pelo ‘Equipamento Mecânico/Eléctrico’ que determinará a acção a tomar.

#### **2.1.1.6. COLABORAÇÃO COM DIRECÇÃO DE PRODUÇÃO**

Compete ao DTO prestar toda a colaboração que lhe for solicitada pela Direcção de produção e Direcção de área Geográfica respectiva.

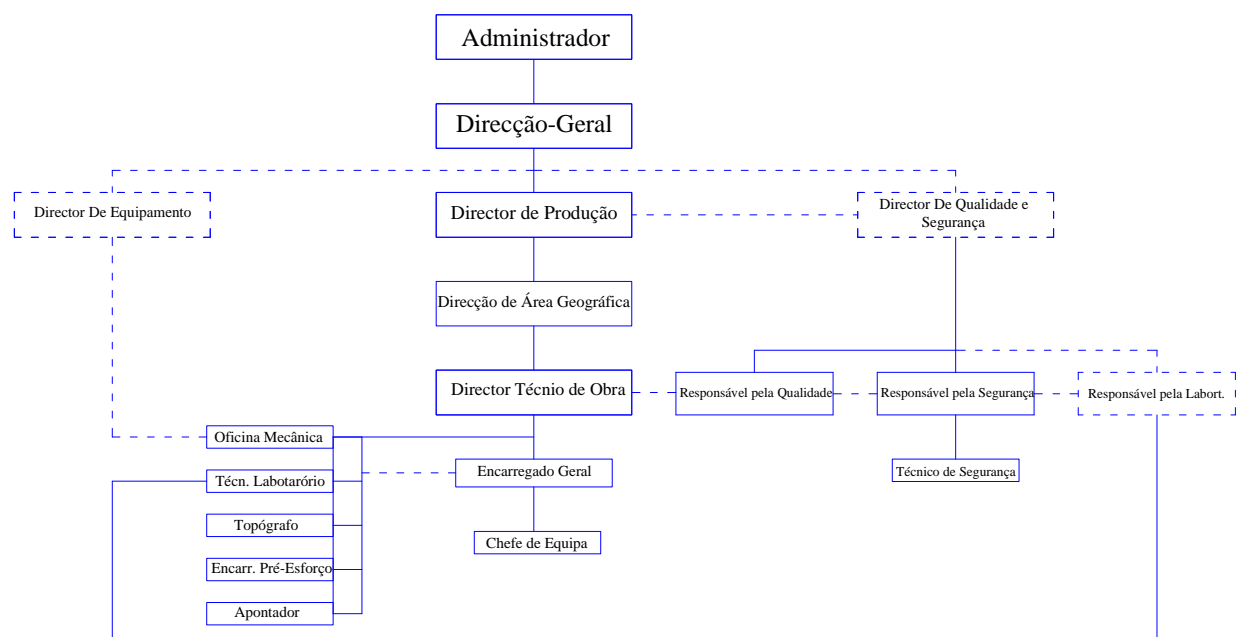
### 2.1.1.7. COLABORAÇÃO COM A DIRECÇÃO DE QUALIDADE

Compete ao DTO colaborar com a Direcção da Qualidade e Segurança, designadamente:

- Facultar os Relatórios de Não Conformidade. Decidir as acções correctivas e verificar a sua implementação;
- Colaborar e fornecer toda a informação pedida, na preparação e condução de autorias à obra;

## 2.2. ORGANOGRAMA FUNCIONAL DA OBRA

De acordo com a organização da CONDURIL, o organograma da ‘Direcção de Produção’ apresenta as seguintes relações funcionais (Esquema 1).



Esquema 1 – Organograma Funcional da Obra (CONDURIL S.A.).



### **3. OBRA**

#### **3.1. – DESCRIÇÃO DE OBRA**

Obra situada na EN230 que liga as cidades de Luanda e Malanje. Esta estrada passa ainda pelas localidades de Catete, Dondo, Dange, N´Dalatando, Lucala e Cacuso, situando-se a ponte sobre o rio Lombe entre esta última e Malanje, na Província de Malanje, República de Angola.

A nova ponte substituiu a ponte provisória em estrutura metálica que, por sua vez, havia sido construída para restabelecer a circulação, no seguimento da destruição da ponte original durante os tempos de guerra. No entanto, a estrutura da ponte provisória também já apresentava um estado de conservação muito débil, o que motivou a decisão de substituição da ponte por uma estrutura de carácter mais “definitivo”.

Assim a nova ponte é constituída por:

- Extensão total de 50,00 m
- 2 Encontros e 2 Pilares Centrais
- Tabuleiro único de 11,00m
- Faixa de Rodagem de 7,00 m com perfil 3,50 + 3.50 m
- Estrutura em laje nervurada de betão armado pré-esforçado, prolongado lateralmente em consola.

As principais características da obra são apresentadas no Quadro 1.

Material	Elementos	Quantidades
Betão		900 m³
	Pilares	150 m³
	Encontros	250 m³
	Tabuleiros	420 m³
Cofragem		2.000 m²
	Pilares	250 m²
	Encontros	700 m²
	Tabuleiros	1.000 m²
Aço		72.500 Kg
	A500NR	65.000 Kg
	Cordão (pré-esforço)	7.500 Kg

Quadro 1 – Principais características da obra

(Fonte: Projecto)

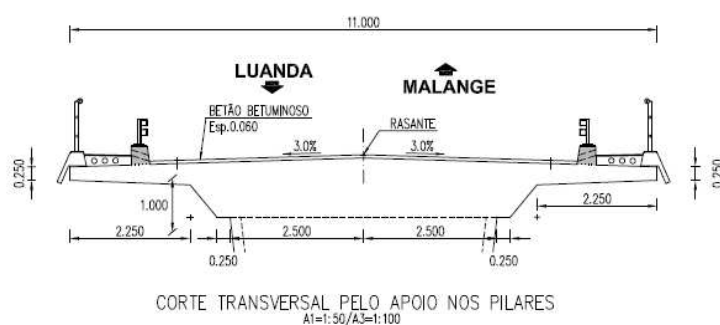


Figura 1.1 – Corte Transversal Pelo Apoio Nos Pilares (Fonte: Projecto)

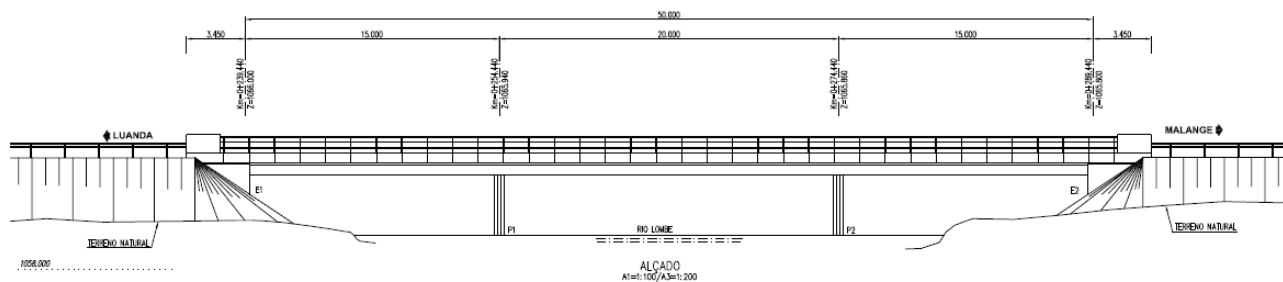


Figura 1.2 – Alçado (Fonte:Projecto)

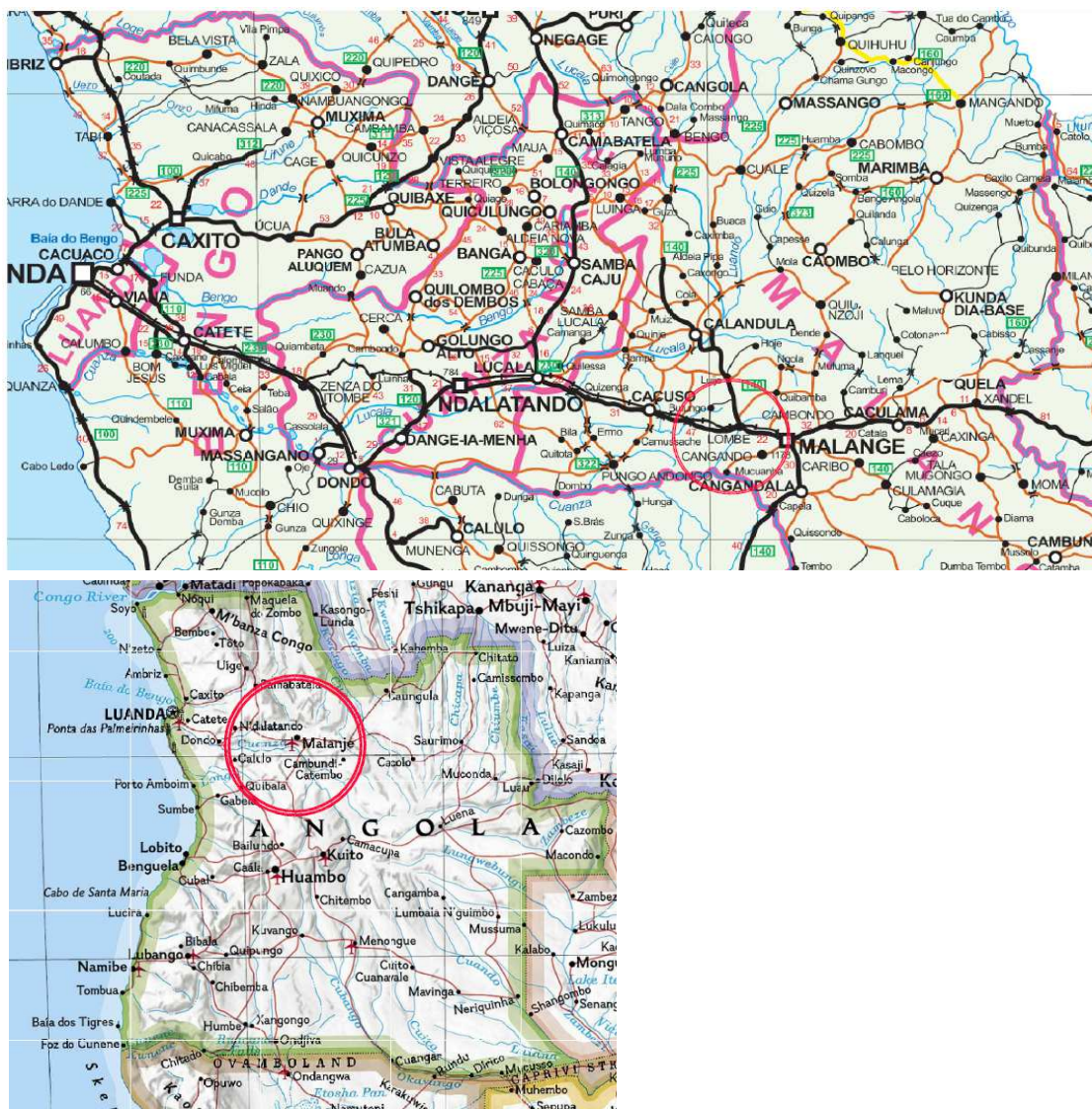


Figura 1.3 – Mapa de Localização da Obra.



Figura 1.4 – Estrutura Metálica Existente



## **3.2. PLANO DE TRABALHOS**

A programação para a execução da obra de arte, foi alvo de uma análise cuidada, tendo em consideração as especificações do Caderno de Encargos (CE), o Mapa de Trabalhos e Quantidades (MTQ), o projecto e o prazo para a execução da empreitada.

Dada a especificidade de alguns trabalhos, nomeadamente terraplenagens, obrigou a uma coordenação dos recursos, sem prejuízo do bom andamento dos trabalhos, uma certa rotatividade das equipas de mão-de-obra, equipamentos e cofragens.

As quantidades dos meios de produção e a sua distribuição temporal foram determinadas em função de diversos dados e parâmetros, nomeadamente: quantidades baseadas no projecto; os rendimentos de mão-de-obra e equipamento, que, para cada tipo de tarefa, foram tomados como optimizados e de maior frequência estatística, atendendo-se, eventualmente, a condições particulares de laboração que pudessem existir e estivessem inerentes ao projecto e outros elementos patentes; número de dias trabalho por mês; distribuição temporal e duração parcial de tarefa, expressos no programa de trabalhos, atribuídos em função do prazo de execução e das sequências entre trabalhos com vista ao aproveitamento, com continuidade, das frentes ou equipas.

O Plano de Trabalhos (PT) foi elaborado com recurso a programa informático de planeamento *Microsoft Project 2010*, dando-se especial atenção ao encadeamento, interligação das actividades e optimização de tempos e de recursos.

O Prazo de Execução da Obra teve, de acordo com o PT, início em Dezembro de 2011 e conclusão após 6 meses, incluindo Sábados, Domingos e Feriados.

### **3.2.1. TRABALHOS PRINCIPAIS**

A empreitada inclui os seguintes trabalhos principais:

MONTAGEM E DESMONTAGEM DE ESTALEIRO – montagem das Instalações Sociais, Instalações Administrativas e Instalações Industriais.

IMPLANTAÇÃO E PIQUETAGEM – marcação de pontos através de referências fornecidos pelo projecto. Toda a empreitada foi acompanhada por equipa de topógrafos.

MOVIMENTO DE TERRAS – escavações e reposições de terras necessárias à abertura de caboucos.

BETONAGENS – betonagens dos elementos de acordo com as peças desenhadas;

AÇOS PASSIVOS E ACTIVOS – fornecimento, corte e dobragem de aço passivo e fornecimento e aplicação de pré-esforço em conformidade com as peças desenhadas;

COFRAGEM – envolvimento de madeira a dar forma as peças a betonar;

PAVIMENTAÇÕES – aplicação de betão betuminoso;

DEMOLIÇÕES – demolição de estruturas existentes;

PROSPECÇÃO DO SOLO – trabalhos de sondagens, ensaios e análises;

### **3.2.2. FASEAMENTO DA OBRA**

O faseamento definido previa a desactivação da estrutura existente para possibilitar a construção do novo tabuleiro, a circulação rodoviária efectuou-se pelo desvio existente na proximidade da obra.

Sendo assim a dividiu-se a empreitada em três fases:

#### **Fase 1:**

- Tráfego a circular em ambos os sentidos sobre a estrutura existente.

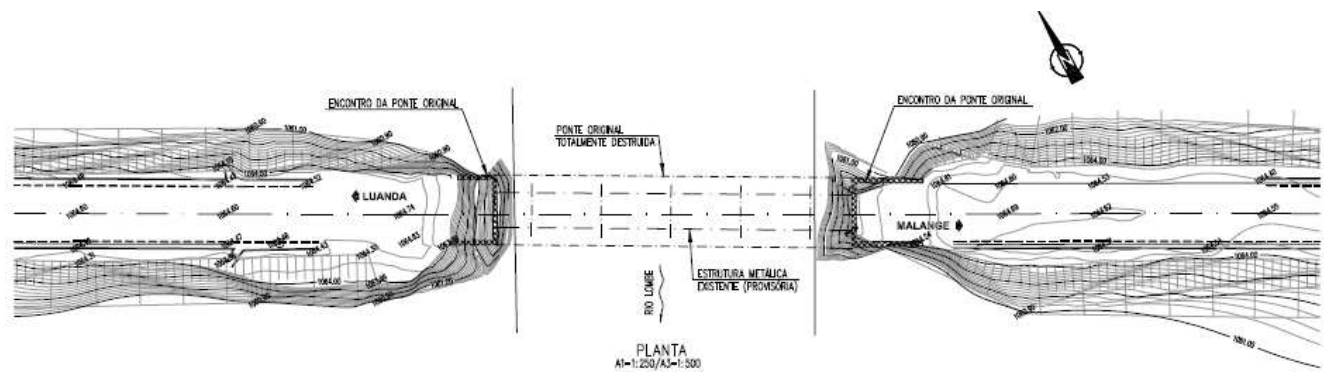


Figura 2.1 – Fase 1 (Fonte: Projecto).

### Fase 2:

- Tráfego a circular por desvio provisório;
- Remoção da estrutura metálica existente;
- Demolição de encontros existentes;
- Construção de encontros da nova ponte;
- Construção de pilares e tabuleiro da nova ponte;
- Requalificação da estrada actual;

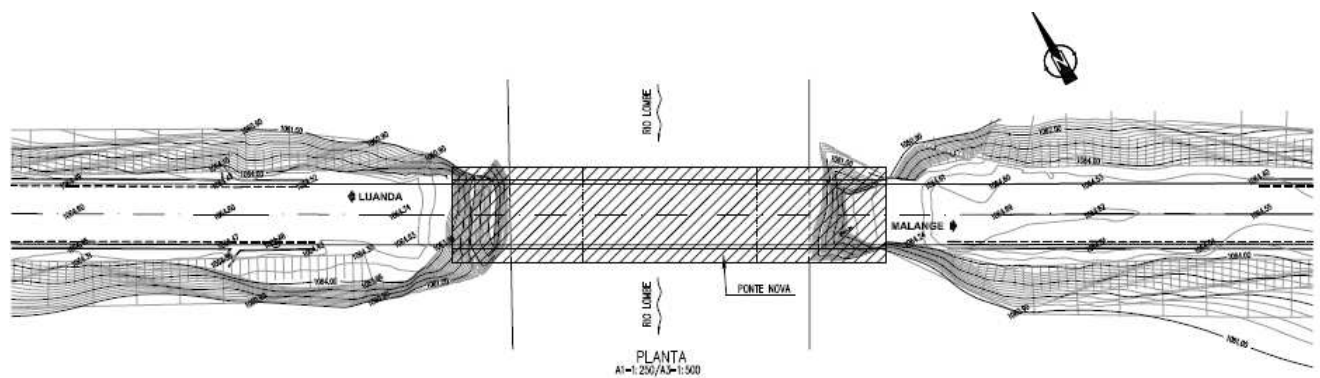


Figura 2.2 – Fase 2 (Fonte: Projecto).

### Fase 3:

- Restabelecimento da circulação sobre o novo tabuleiro;

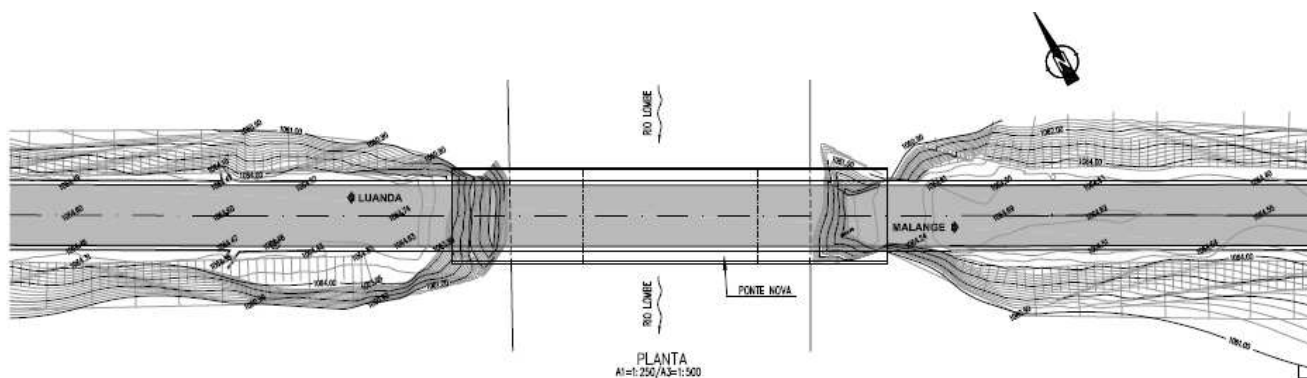


Figura 2.3 – Fase 3 (Fonte: Projecto).

### 3.2.3. CONOGRAMA DO PLANO DE TRABAHO

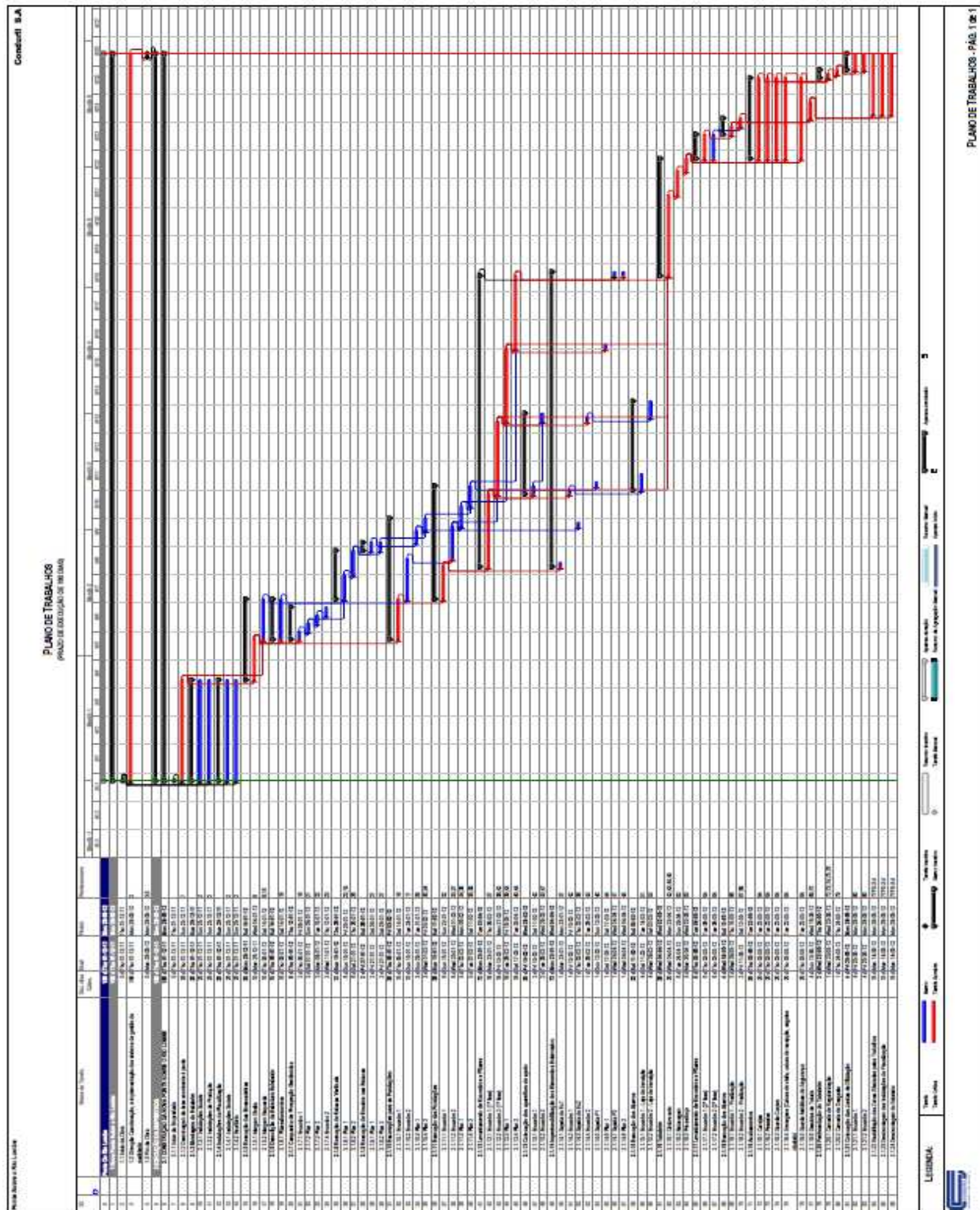


Figura 2.4 – Diagrama de Plano de Trabalho (Fonte:PQO).

### 3.2.4. PLANO DE MÃO DE OBRA

PLANO DE MÃO-DE-OBRA (PRAZO DE EXECUÇÃO DE 180 DIAS)																									
Designação	Quantidade Mínima	Month 1						Month 2						Month 3						Month 4					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>RECURSOS MÃO-DE-OBRA</b>	<b>18</b>	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
<b>PROFESSORES</b>	<b>18</b>	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
CANALIZADOR / PICHEIRO	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CARPINTEIRO DE COFFRASEIS	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
CHEFE DE EQUIPA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENCARREGADO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENCARREGADO DE BETUMINOSO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ENCARREGADO PRE-ESTRADO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
EQUIPA DE DESMAREM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FERRALHEIRO	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
MANOBRA / CONDUTOR	15	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
PEREIRO	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PINTOR	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SERVALEIRO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SERVENTE	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TECNICO ESPECIALIZADO	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>PROFESSORES</b>	<b>18</b>	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
DIRECTOR DE OBRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
FEEL DE ARMAZEN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
GUARDA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PORTA-MORAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TECNICO SUPERIOR DE MANEJO, SEGURANÇA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Total</b>	<b>68</b>	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21

Figura 2.5 – Plano de Mão de Obra (Fonte: PQO).

### 3.2.5. PLANO DE EQUIPAMENTO

[illegible]

Figura 2.6 – Plano de Equipamento (Fonte: PQO).







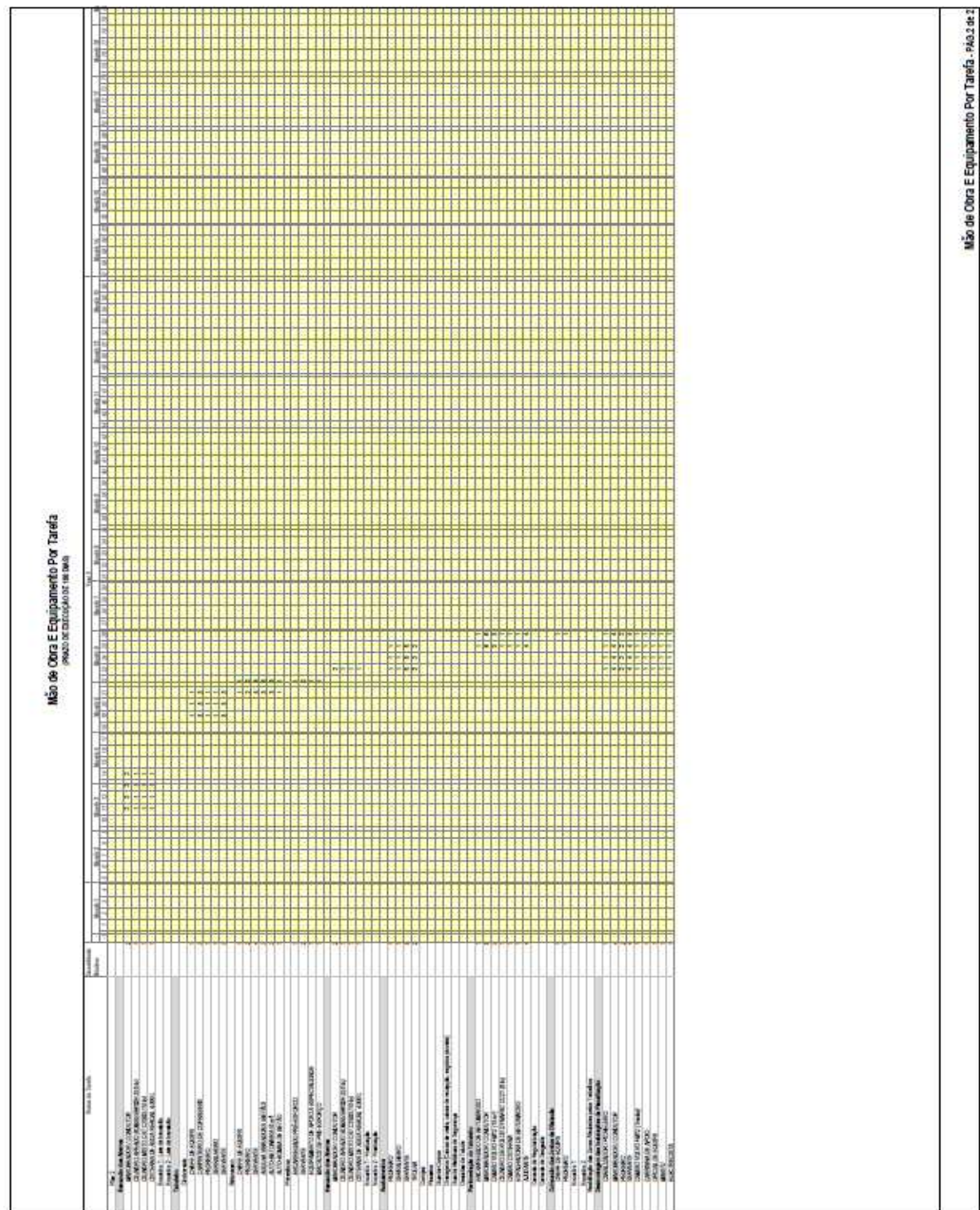


Figura 2.7 – Mão-de-Obra e Equipamento por Tarefa.

As Figuras 2.4, 2.5, 2.6 e 2.7 são apresentadas em anexo para uma melhor visualização. (Fonte: Plano Qualidade de Obra)



## **4. EXECUÇÃO DE OBRA**

### **4.1. ESTALEIRO DE OBRA**

A CONDURIL possui um Estaleiro Central a 7km do centro da cidade de Malanje e a 35km da obra. Este é constituído por uma zona habitacional com dormitórios, cozinha e refeitórios para o pessoal deslocado. Assim sendo, optou-se por montar apenas um Estaleiro de Frente de Obra no ‘centro de gravidade’ da obra.

O Estaleiro de Frente Obra ocupava uma área de 2.900m<sup>2</sup>, de forma a englobar todos os elementos essenciais para o bom funcionamento do estaleiro. Foi feita a separação entre áreas residenciais, sociais, de trabalho, oficinas e áreas destinadas a estacionamento de materiais e equipamentos, adequadamente organizados e dimensionados para que o acesso, circulação e operação de equipamentos se fizesse em condições de segurança. Todo o perímetro do estaleiro foi delimitado por uma vedação constituída por tubos metálicos e rede de malha sol com 2m de altura. Os portões de acesso estavam devidamente sinalizados e permanentemente desobstruídos, e junto destes existia uma portaria, que controlava os movimentos de entrada e saída de pessoas, materiais e equipamentos. De modo a não impedir a circulação no estaleiro, havia locais destinados ao estacionamento de viaturas e máquinas. O fornecimento de energia eléctrica foi assegurado por um gerador a gasóleo com 85 Kva e as instalações respeitavam a legislação específica aplicável (Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica). Foram instalados três depósitos de água em PVC com capacidade de 5.000 litros. As instalações sanitárias colectivas eram constituídas por 3 contentores WC em PVC e 3 lavatórios. A água utilizada era proveniente de um manancial que ficava a cerca de 40km e era transportada diariamente por Camião Cisterna para os depósitos.

As instalações principais eram as seguintes:

- Instalações administrativas/técnicas;
- Instalações industriais;
- Dormitório (apenas para a equipa da Fiscalização);
- Instalações sanitárias;

#### **4.1.1. INSTALAÇÕES ADMINISTRATIVAS**

As instalações administrativas foram constituídas por contentores marítimos requalificados com cobertura de chapa de zinco, e tinham as seguintes funções:

- Escritório para serviços administrativos e serviços técnicos da empresa;
- Escritório para fiscalização.

Estas instalações foram dotadas de equipamentos indispensáveis, nomeadamente, equipamentos informáticos, máquinas fotocopadoras, telefone, acesso a internet, fax e ar condicionado.

#### **4.1.2. INSTALAÇÕES SOCIAIS**

Estas instalações eram constituídas por uma zona de dormitório e refeitório e cozinha, tinham um pé direito mínimo de 2,32m e iluminação natural através de janelas com superfície total de pelo menos 1/10 da área do pavimento.

Os dormitórios destinaram-se apenas a alojar os técnicos da fiscalização. Eram constituídos por, 2 quartos com instalações sanitárias.

O refeitório e cozinha tinham como objectivo fornecer as refeições a todo o pessoal operário na obra.

O refeitório e a cozinha eram contíguos e estavam separados por parede com porta, disponham de 3 lavatórios, banca tinha uma chaminé equipada com filtro de retenção de gorduras. Estas instalações

eram igualmente constituídos por contentores marítimos requalificados, com cobertura de chapa de zinco, e cada divisão útil possuía ar condicionado.

#### 4.1.3. INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

As instalações industriais eram constituídas por zona de ‘Corte e Dobragem de Ferro’, ‘Serralharia’, ‘Oficina de Mecânica’, ‘Central de Betão’, ‘Ferramentaria’, ‘Armazém de Material’ e ‘Armazém de Cimento’. Estas zonas deram apoio à frente de obra durante todo o período de execução e estavam implantadas de acordo com a ‘Planta do Estaleiro’ – Figura 3.8.



Figura 3.1 – Localização Estaleiro de Frente de Obra.



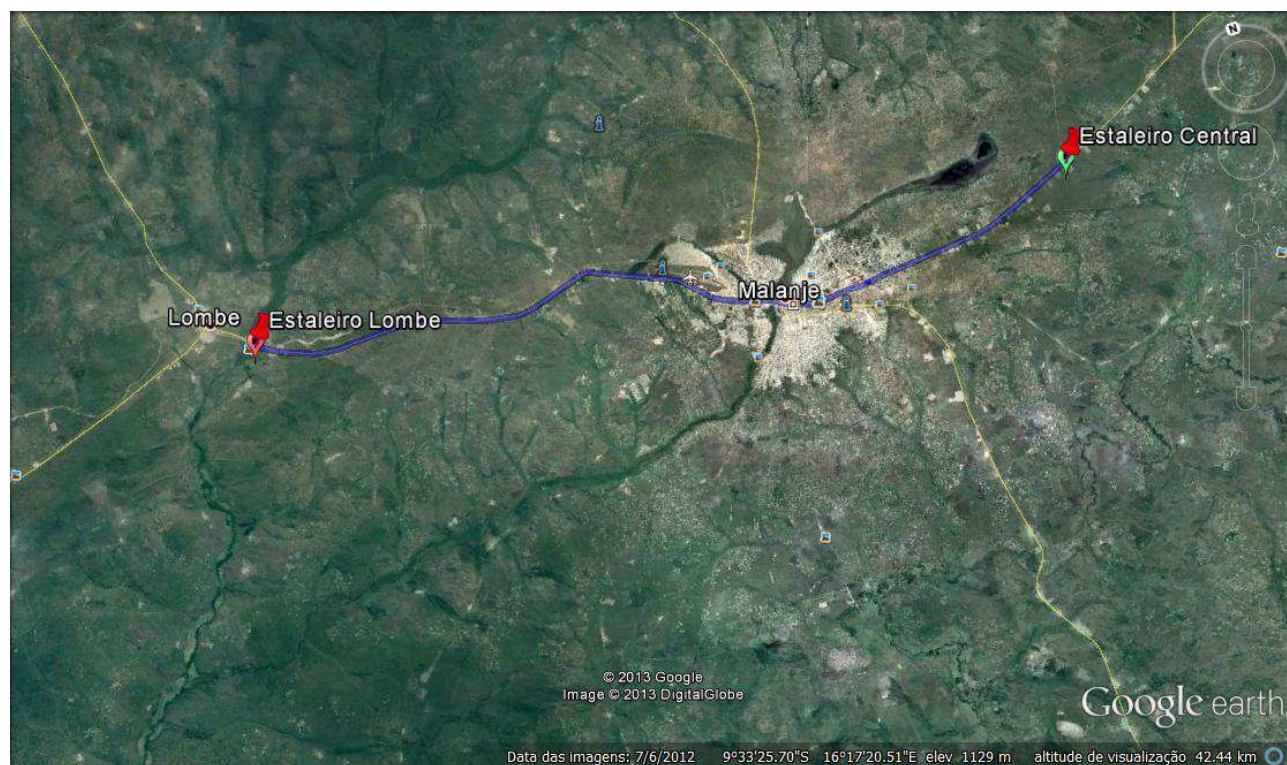


Figura 3.2 – Distancia do Estaleiro de Frente de Obra em relação ao Estaleiro Central (35km).



Figura 3.3 – Instalações Administrativas (lado direito), Casa dos Guardas (ao fundo lado esquerdo).



Figura 3.4 – Instalações Administrativas (lado esquerdo) e Instalações Sociais (lado direito).

#### **4.1.4. CENTRAL DE BETÃO**

Face à quantidade de betão e ao prazo previsto para a execução da obra, a solução adoptada foi a montagem de central de betão no Estaleiro de Frende de Obra. A central tinha uma capacidade de produção de 25m<sup>3</sup>/h a 40m<sup>3</sup>/h, dispunha de 1 silo de cimento de 40Ton acoplado directamente à estrutura da central, balança para pesagem de inertes e balança para pesagem de cimento, contador de água e doseador de adjuvantes. O transporte de betão foi assegurado por 3 autobetoneiras com capacidade de 7,5m<sup>3</sup>.





Figura 3.5 – Central de Betão



#### **4.1.5. APROVISIONAMENTO**

##### **4.1.5.1. REQUISIÇÕES**

O tipo de requisições recorrente durante a fase de execução da obra eram as seguintes:

Internas – Materiais/equipamentos eléctricos: as requisições internas eram efectuadas ao ACM (mod.600/DA) e efectuadas ao ACE (mod.601/DA), eram preenchidas pelo apontador/administrativo mediante os pedidos feitos pelos encarregados das frentes de trabalho e eram submetidas à aprovação por parte do DTO, definindo:

- O material pretendido, com todas as especificações requeridas;
- Quantidades;
- Prazos de entrega

E enviadas ao ACM/ACE por correio electrónico.

No caso de encomendas à Carpintaria/Serralharia Central, estas eram feitas através de impressos próprios (mod.603/DP), eram elaboradas pelo DTO, especificando:

- O trabalho a efectuar, com todas as especificações requeridas (desenhos cotados, pormenores, acabamentos entre outros dados necessários);
- Quantidades;
- Prazos de entrega;

Eram dirigidas ao Responsável pela Carpintaria/Serralharia Central.

Os modelos em cima referenciados são apresentados em anexo.

Externas – Materiais/equipamentos eléctricos: só eram autorizadas as compras de materiais de valor inferior a 5.000,00 USD e de urgência comprovada.

#### **4.1.5.2. RECEPÇÃO DE MATERIAIS/EQUIPAMENTOS**

Internas – Materiais/equipamentos eléctricos: Todos os fornecimentos de matérias faziam-se acompanhar com a respectiva guia de transporte, eram validadas e conferidas pelo apontador ou fiel de armazém de acordo com as seguintes verificações:

- Se o material entregue correspondia ao material requisitado em termos de quantidade e qualidade;
- Proceder à inspecção visual do seu estado de conservação;
- Outras verificações por visualização e segundo critérios que o bom senso cuja experiência o aconselham;

Em caso de conformidade validava-se a respectiva guia de transporte (“conforme” – Data e Rúbrica), caso contrário comunicava-se com o ACM ou ACE e efectuava-se a devolução. A obra notificava o ACM e ACE a recepção dos materiais/equipamentos, através de uma via da guia de transporte (devidamente validada), bem como se procedia ao seu arquivo em obra.

Externas – Materiais/equipamentos eléctricos: O processo de recepção era idêntico ao referido anteriormente. As guias de transporte/facturas eram entregues ao ACM ou ACE.

#### Aço para Betão Armado ou Pré-Esforçado:

É da responsabilidade do Encarregado/Encarregado pré-esforço a verificação da documentação que atesta a conformidade do produto.

Só era recepcionado aço certificado (certificação vista na etiqueta ou documentação que acompanhava o produto. O responsável avaliava o estado de conservação (sem inícios de corrosão) e no caso de aço de cordão para pré-esforço, a protecção das bobines. Verificava-se se havia conformidade no que foi encomendado com aquilo que era recepcionado do seguinte modo:

- Verificava-se a correspondência entre o material requisitado e o efectivamente entregue acompanhado de Guia de Transporte ou remessa;
- Verificava-se se todos os atados ou bobines vêm acompanhados de etiquetas ou chapas. As mesmas deveriam constar no mínimo as seguintes informações:

- Identificação do produto – tipo de aço;

Ex.: A 500 NR (aço em varão)

Y 1860 S7 16,0 (cordão de aço para pré esforço)

- Identificação do fabricante;

- Marca do produto certificado;

- Norma de referência / especificação;

- N° de vazamento;

- N° bobine (caso de aço em cordão para pré-esforço);

- Peso

- Os fornecimentos deviam ser acompanhados dos seguintes documentos, rastreáveis ao número de vazamento, e número de bobine no caso de aço de cordão pré-esforço, identificação do produto:

- Relatórios ou boletins de ensaio que caracterizam o lote de fabrico;

- Documento emitido por organismo de certificação;



Figura 3.6 – Etiqueta que deve acompanhar as bobines de pré-esforço.



Figura 3.7 – Etiqueta que deve acompanhar o atado de aço em varão para betão armado

Caso o produto não se encontrar em conformidade devia-se proceder como referido na recepção de material/equipamento eléctrico das requisições internas.

Betão: O procedimento de recepção era idêntico ao de um fornecedor externo, apesar do fabrico ser no Estaleiro de Frente de Obra, em cada carga era emitido uma guia de transporte onde continha a classe do betão bem como a sua quantidade. Só se procedeu a sua aplicação quando recepcionado em obra a avaliação dos resultados da resistência a compressão (Ensaio a Compressão do Betão hidráulico em Anexo).

#### 4.1.5.3. ARMAZENAGEM

Os locais destinados à armazenagem do material/equipamento encontra-se definido na Planta do Estaleiro Figura 3.9.

Foram considerados que a organização e gestão do espaço de trabalho contribuíam para melhoria de eficiência, como tal definimos os seguintes princípios:

- Manutenção das condições de arrumação e acondicionamento adequados à segurança e organização e de forma garantir a rastreabilidade dos materiais/equipamentos evitando assim a perda dos mesmos;
- Limpeza das zonas de circulação e entre estantes;
- Os produtos armazenados temporariamente, não deviam obstruir os caminhos de circulação, os acessos aos meios de intervenção em caso de incêndio e quadros eléctricos;
- Os varões de aço eram armazenados devidamente protegidos da humidade, eram colocados em cima de barrotes ou paletes, identificados por diâmetro e lotes;
- As bobines de aço para pré-esforço eram armazenados em local devidamente identificados para o efeito e protegidos das chuvas.

#### Stocks de Agregados:

O acesso ao stock de agregados estava limpo e pavimentado, deste modo evitaram-se arrasto de sujidade pelos pneus dos camiões. Estavam devidamente identificados, separados e delimitados por baias separadoras de modo que fosse minimizada a contaminação entre fracções.

#### **4.1.6. PLANO DE SEGURANÇA E SAÚDE**

No estaleiro de Frente de Obra foram implementados os conceitos de coordenação de segurança e saúde estabelecidos pelo DL 273/2003 de 29/10. O Plano de Segurança e Saúde (PSS) foi o documento que assegurou a prevenção de riscos profissionais. A elaboração do PSS foi da responsabilidade do Técnico de Segurança (TSHT), com a colaboração do responsável pela segurança (RS) e DTO. Este PSS cumpria os princípios gerais de prevenção na construção sendo estes:

- Eliminação das fontes de risco;
- Protecção contra fontes de risco;

- Protecção individual do trabalhador;

Os elementos que fazia parte da estrutura eram os seguintes:

- Planta do Estaleiro (Figura 3.8) onde é mencionado os acessos a circulação de pessoas, equipamentos, veículos, nas suas componentes horizontal e vertical, a localização da sinalização de segurança.
- Avaliação e hierarquização dos riscos reportados ao processo construtivo, abordando operação a operação de acordo com o definido no Plano de Trabalhos.
- Requisitos de segurança e saúde os quais deviam ocorrer os trabalhos.
- Meios para assegurar a cooperação entre os vários intervenientes na obra, tendo presentes os requisitos de Segurança e Saúde estabelecidos;
- Sistema de informação e formação de todos os trabalhadores presentes no estaleiro em matéria de prevenção de riscos profissionais;
- Armazenamento de substâncias perigosas (em Anexo III);
- Sistema de Comunicação da ocorrência de acidentes e incidentes no estaleiro (Plano de Assistência/Emergência Médica e Instruções Gerais de Segurança em Anexo III);

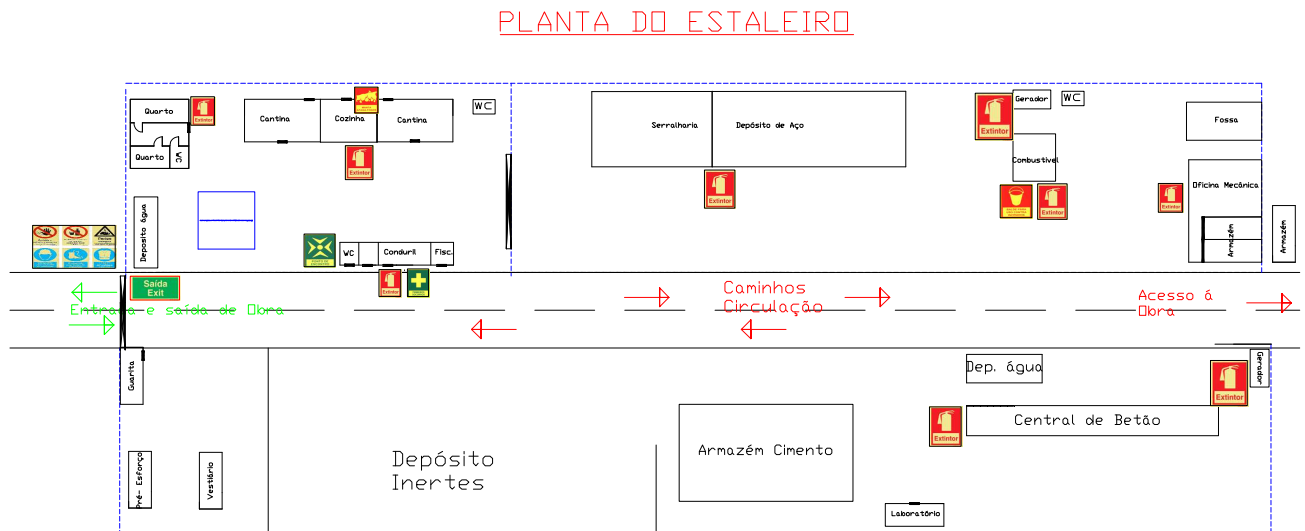


Figura 3.8 – Planta do Estaleiro (Fonte PQO).

## 4.2. CONTROLO DE EXECUÇÃO DE OBRA

### 4.2.1. PROCEDIMENTOS DE TRABALHO

#### 4.2.1.1. IMPLANTAÇÃO E PIQUETAGEM

Os trabalhos de implantação e piquetagem foram efectuados a partir das referencias fornecidas pela Fiscalização. A CONDURIL dispôs meios próprios, quer humanos, quer materiais, devidamente habilitados para proceder a esse trabalho. Além disso, e porque a natureza dos trabalhos assim o exigiu, as actividades da empreitada foram acompanhadas por uma equipa de topografia, sendo esta constituída por um topógrafo e um ajudante.





#### 4.2.1.2. PROSPECÇÃO DO SOLO

De acordo com o C.E, foi preconizado uma campanha de prospecção com a execução de 4 furos de sondagem e a realização de ensaios SPT a cada 1.5m de solo perfurado. Durante cada ensaio foram recolhidas amostras do terreno para posterior análise. As 4 sondagens foram realizadas ao longo do traçado da ponte. Estas tiveram uma profundidade que variam entre os 5,3m e os 10m.

O local da Nova Ponte está localizado numa zona alagadiça em que o rio Lombe inunda toda a zona formando um vasto pântano. Por serem terrenos moles e inundados, foi necessário executar um aterro técnico em cada margem do rio para a realização das sondagens.

O método usado para a realização das sondagens foi a rotação com trados ocos de 190mm de diâmetro em solos e perfuração com caroteadora de 90 mm de diâmetro quando os materiais intersectados são rocha. Ao longo do furo de sondagens foram recolhidas amostras e realizados ensaios SPT em solos.



Figura 4.1 – Recolha de amostra a partir da caroteadora – S2.

As unidades geológicas foram estabelecidas com base nos indicadores do levantamento decorrentes do levantamento geológico no terreno, tendo como auxílio a Carta Geológica de Angola à escala 1:1.000.000 do Instituto Nacional da Geologia. O terreno de fundação em causa era constituído por dois tipos de materiais distintos e que foram intersectados pelo extracto do relatório:

Argilas orgânicas moles – Estes materiais foram encontradas desde a superfície até cerca de 5m de profundidade, na margem de Malanje e a cerca de 2,5m na margem voltada para Luanda. Estas argilas estão submersas e apresentam elevada percentagem de matéria orgânica. Tratavam-se de solos moles e sem consistência, cujos resultados SPT foram inferiores a 5 pancadas.

Arcose – É uma rocha sedimentar arenítica composta essencialmente por órgãos de quartzo e feldspato, em quantidades superiores a 25% e de cor rosada. Os órgãos são angulosos e subangulosos, com um cimento silicioso e uma matriz constituída por minerais de argila e micas. Por vezes, ocorrem fragmentos de rocha incorporados. A arcose tem origem na erosão e desintegração de rochas graníticas sendo característica de ambiente continental. Apresenta-se sã ou pouco alterada e pouco fracturada. Tendo em conta os índices IR e RQ, com valores a rondar os 90%, considerou-se este maciço rochoso como sendo de boa qualidade. A partir da execução das sondagens foi possível intersectar o substrato rochoso composto por arcose pouco alterado a cerca de 5 metros de profundidade. Estes maciços apresentam excelentes condições de fundação, preconizou-se portanto, fundações encastradas neste substrato rochoso. Para a realização desta actividade recorreremos a Equipamento de Sondagens, Operador Equipamento Sondagens e 2 Serventes. Em Anexo IV serão apresentados Os Diagramas de Sondagens e Carta Geológica.'

Tipo de Solo	Consistência	SPT	Tensão admissível (Kg/cm <sup>2</sup> )
Argila	Muito Mole	<2	<0,25
	Mole	2 a 4	0,25 a 0,5
	Média	4 a 8	0,5 a 1,0
	Rija	8 a 15	1 a 2
	Muito Rija	16 a 30	2 a 4
	Dura		>4

Quadro 2 – Relação entre o SPT e a tensão admissível das argilas

RQD	Classificação
<25%	Rocha Muito Má
25% - 50%	Rocha Má
50% - 75%	Rocha Média
75% - 90%	Rocha Boa
90% - 100%	Rocha Muito Boa

Quadro 3 – Índice RQD

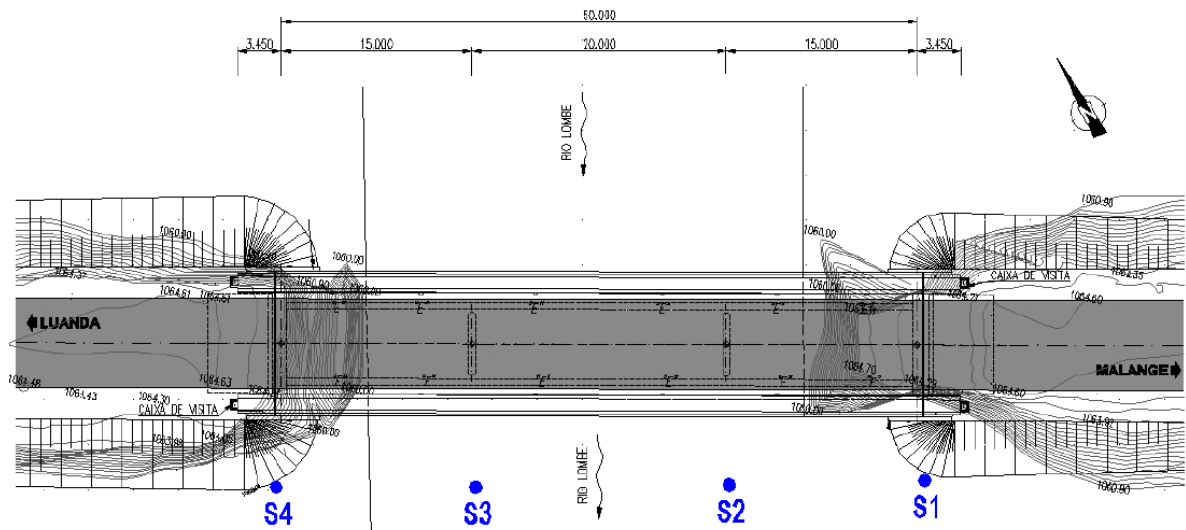


Figura 4.2 – Localização das sondagens

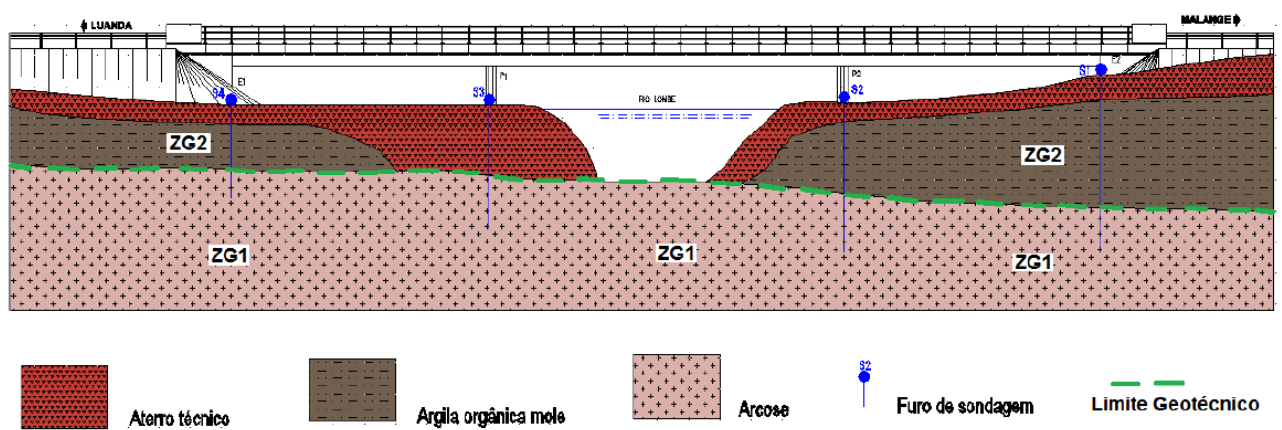


Figura 4.3 – Corte Geológico

<sup>1</sup> Estes resultados foram extraídos do Relatório das Sondagens elaborado pela CONDURIL.



Figura 4.4 – Vista no terreno da Sondagem S1.

#### 4.2.1.3. DIMENSIONAMENTO PRÉ - ESFORÇO

O projecto de pré-esforço foi executado pela equipa de projectistas da CONDURIL, sendo as especificações técnicas e desenhos facultados pelo D.O - elementos base da pormenorização do projecto. Desta forma a solução passou pela adopção de 10 cabos com 12 cordões. Estes ancoram em cada encontro por meio de ancoragens activas. Considerando cada cordão com uma secção de 1,50 cm<sup>2</sup>, temos uma área aço/cabo<sup>2</sup>:

$$A_s = 12 \times 1,50 = 18,00 \text{ cm}^2$$

A força máxima aplicada em cada cabo foi de 75% de  $F_{ps}$  sendo a força:

$$F=12 \times 75\% \times 279 = 2.511,00 \text{ kn.}$$

As trajectórias definidas no projecto são as seguintes:

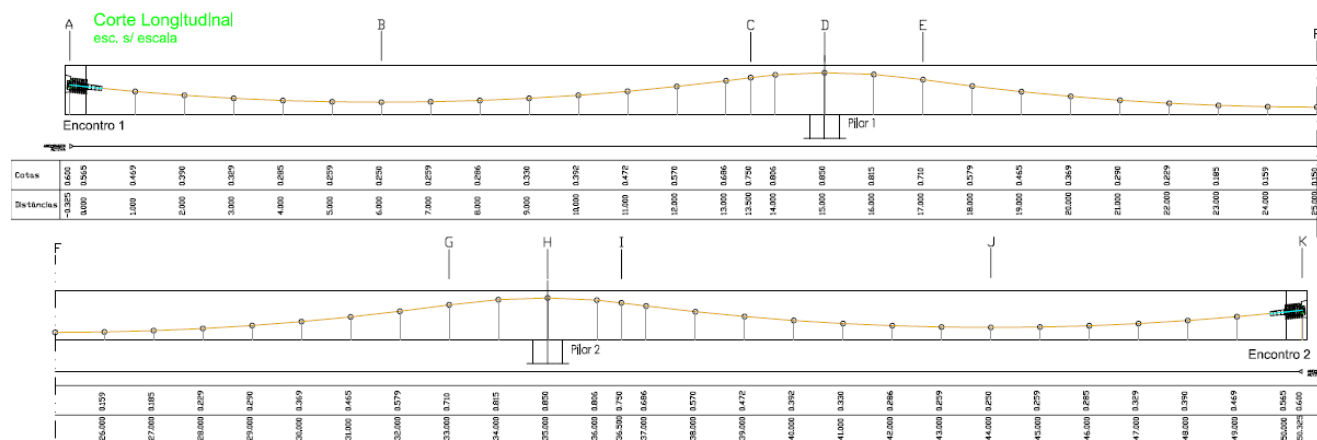


Figura 5.1 – Vista longitudinal, trajectória dos cabos de pré-esforço.

O aço de alta resistência utilizado é constituído por cordões de 16 mm de diâmetro nominal. Com:

- Tensão de rotura garantida (valor característico  $f_{pk}$ ) – 1860 MPa.
- Tensão limite convencional de proporcionalidade a 0,1% ( $f_{p0,1k}$ ) – 1670 MPa.
- Módulo de elasticidade ( $E_p$ ) – 195 GPa.
- Relaxação máxima às 1000 horas, a 20°C, para uma tensão inicial de 70% da tensão de rotura (classe 2 do EC 2 – baixa relaxação) – 2,5%.

As ancoragens, incluindo todos os acessórios, foram fornecidos pela DYWIDAG. A composição da calda de injeção correspondente a 55 litros de calda:

- 80 Kg de cimento tipo I, Classe 42,5 (sacos de 40 Kilos).
- 28 Litros de água

<sup>2</sup> Estes elementos técnicos foram extraídos da memória descritiva do projecto de pré-esforço elaborado pela CONDURIL – Eng.º André Carvalho com (Cédula Profissional nº 41.717).

- 4,8 Kg de RHEOMAC GF 320.

As bainhas utilizadas no pré-esforço foram em chapa polida com diâmetro interior de 55 mm com 0,4 mm de espessura.

O pré-esforço foi aplicado logo que a resistência à compressão do betão foi suficiente para suportar a pressão introduzida localmente, junto às cabeças de ancoragem. De acordo com o artº 5.4.8.1 do Eurocódigo parte 1.1, o valor resistente da força concentrada pode ser determinada pela expressão:

$$F_{rd} = A_{cr} f_{ctd} (A_{cl} / A_{c0})^{1/2}$$

Onde:

$$F_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$$

$A_{cr}$  – Área sobre a qual se exerce directamente a força (área das cabeças de ancoragem).

$A_{cl}$  – Maior área delimitada por um contorno fictício contido no contorno da peça e com o mesmo centro de gravidade de  $A_{cr}$ ; no caso de várias forças, as respectivas áreas  $A_{cl}$  não devem sobrepor-se.

Em qualquer  $(A_{cl} / A_{c0})^{1/2}$  não pode ser superior a 3,3.

No presente caso temos:

Secção de apoio das cabeças pré-esforço:

$$A_{cl} = 0,44 \text{ m}^2$$

$$A_{cr} = 481,70 \text{ cm}^2$$

$$(A_{cl} / A_{c0})^{1/2} = 3,02$$

A área sobre a qual se exerce a força de pré-esforço na ancoragem é por cabeça 481,70 cm<sup>2</sup>.

$$(A_{cl} / A_{c0})^{1/2} < 3,3$$

O valor mínimo de  $f_{ctd}$  será de:

$$f_{cd} \geq \frac{F_{sd}}{A_{cs} \times (A_{cl}/A_{cd})^{1/2}} \text{ MPa}$$

Tratando –se de zonas onde o betão se encontra confinado por uma hélice e estribos, o valor característico da tensão de rotura por compressão  $f_{cd}$ , é dado por:

$$f_{cd,ef} = f_{cd} (1,125 + 2,5 \times 0,15) = 1,5 \times f_{cd}$$

Considerando um coeficiente de segurança de 1,35 em relação à resistência do betão, a aplicação do pré-esforço foi possível realizar logo que:

$$X_s \geq 1,35 \times f_{cd} / 1,5 = 20,93 \text{ MPa}$$

De acordo com o REBAP, à data de aplicação do pré-esforço a tensão no betão não deve ser inferior a 0,70 da tensão característica. Sendo que o  $f_{cd}$  o valor característico mínimo da tensão de rotura por compressão dos Provete cúbicos do betão C30/37 é 37 MPa.

$$0,70 \times f_{cd} = 25,90 \text{ MPa}$$

Portanto, adoptou-se 25,90 MPa, valor mínimo da resistência à data de aplicação do pré-esforço.

Para o cálculo da força final de pré-esforço, fizeram-se o cálculo das perdas imediatas, e cálculo das perdas diferidas.

As perdas imediatas foram calculados:

- *Por deformação elástica do betão*

$$\Delta\sigma = \frac{1}{2} \left[ \frac{n-1}{n} \right] \sigma_b \cdot \frac{E_a}{E_b/2}$$

Fórmula 1.1 – Deformação elástica



Dados:

Betão C 30/37

Número de cabos ( $n$ ) = 10

Modulo Elasticidade do aço ( $E_a$ ) = 195 Gpa

Modulo Elasticidade do betão (EB) =  $E_b$

$$E_b = 9,5 \times \sqrt[3]{f_{ck} + 8} = 9,5 \times \sqrt[3]{37 + 8} = 33,79 GPa$$

Fórmula 1.2 – Modulo Elasticidade do betão (EB)

O cálculo encontra-se no quadro anexo “Calculo Perdas Imediatas Por Deformação Elástica do Betão”.

- Por deslizamento das cunhas

$$X = \sqrt{\frac{g \cdot E_a}{\sigma_0 (f \cdot \alpha / l + \varphi)}}$$

$$\Delta \sigma = \frac{2 \cdot g \cdot E_a}{X}$$

$$\Delta P = \Delta \sigma \cdot A_{strand}$$

Formula 1.3 – Deslizamento de Cunhas

Os dados considerados e respectivos cálculos, constam do quadro anexo “Calculo Perdas Imediatas Por Deslizamento Das Cunhas”.

- Por perdas de atrito

$$\Delta P = P_0 (\varphi \cdot L + f \cdot \alpha) \quad \alpha = \frac{2 \cdot F}{L}$$

Formula 1.4 – Perdas de atrito.

Os dados considerados e respectivos cálculos, constam do quadro anexo “Calculo Perdas Por Atrito”.

As perdas diferidas foram calculadas:

- Por relaxação dos cabos:

Sendo que pelo n°4.2.3.4.1 P(2) do Eurocódigo 2

$$\Delta P = 0,025 \times (\text{força após perdas imediatas})$$

Formula 1.5 –Relaxação dos cabos.

- Por retracção do betão:

De acordo com o REBAP art°32

$$\Delta l = 220 \times 10^{-6}$$

$$\Delta \sigma = 220 \times 10^{-6} \times E_a = 42,9 \times 10^{-3} \text{ KN/mm}^2$$

$$\Delta P = 42,9 \times 10^{-3} \times 150 \text{ mm}^2 = 6,44 \text{ KN/strand}$$

Formula 1.6 – Retracção do Betão.

- Por fluência

De acordo com REBAP, as perdas por fluência são dadas pelas expressões:

$$\varepsilon_{cc}(t, t_0) = \frac{\sigma_{c,t0} \cdot \varphi_c(t, t_0)}{E'_{c,28}}$$

$$\varphi_c(t, t_0) = \beta_a(t_0) + \varphi_d \cdot \beta_d(t - t_0) + \varphi_f \cdot [\beta_f(t) - \beta_f(t_0)]$$

$$\beta_a(t_0) = 0,80 \cdot \frac{1 - f_{ct0}}{f_{ct\infty}}$$

$$\varphi_f = \varphi_{f1} \cdot \varphi_{f2}$$

$$h_0 = \lambda \frac{2 \times A_c}{\mu}$$

Formula 1.7 – Perdas por fluência.

Dados:

$\lambda = 1,5$  (humidade relativa media de 70 %)

$\phi_d = 0,4$

$\beta_d (t-t_0) = 1$  (tempos de carregamento de 1000 dias)

$\phi_{f1} = 2,0$  ( humidade relativa do ambiente média ( 70 % ), betão alta consistência )

$E'_{,28} = 1,25 \times 32 \text{ Gpa} = 40 \text{ Gpa}$  ( Betão C30/37 )

$F_{\infty} = 0,70 \times 37 = 25,90 \text{ Mpa}$  ;  $f_{\infty} = 1,45 \times 37 = 53,65 \text{ Mpa}$

Os dados considerados e o respectivo calculo, constam do quadro anexo “Cálculo Perdas Diferidas Fluência Do Betão”. Calculando as perdas imediatas e as deferidas as forças que se obtiveram foram as seguintes (Quadro 4).

Secção	Força final obtida (kN)	Projecto final projecto (kN)	Diferença (kN)	Diferença (%)
B	22.007,07	18.400,00	3.604,07	19,59
F	19.611,93	17.200,00	2.411,93	14,02
J	22.00,07	18.400,00	3.604,07	19,59

Quadro 4 – Quadro resumo das forças pré-esforço obtidas.

$\phi$ Varão	$\phi$ Hélice	Passo	Solução
$\phi 16$	300 mm	5 cm	6,5 $\phi 16$ // 0,05

Quadro 5 – Características da hélice conforme a ETA da Dywidag.

No reforço das cabeças preconizaram-se a aplicação de 6 estribos  $\phi 16$  A500 NR afastados de 0,05 m correspondendo a uma área de 24,20 cm<sup>2</sup> horizontalmente e verticalmente. Além dos estribos foram colocados um hélice com geometria e área de aço conforme ETA da Dywidag (Quadro 5).

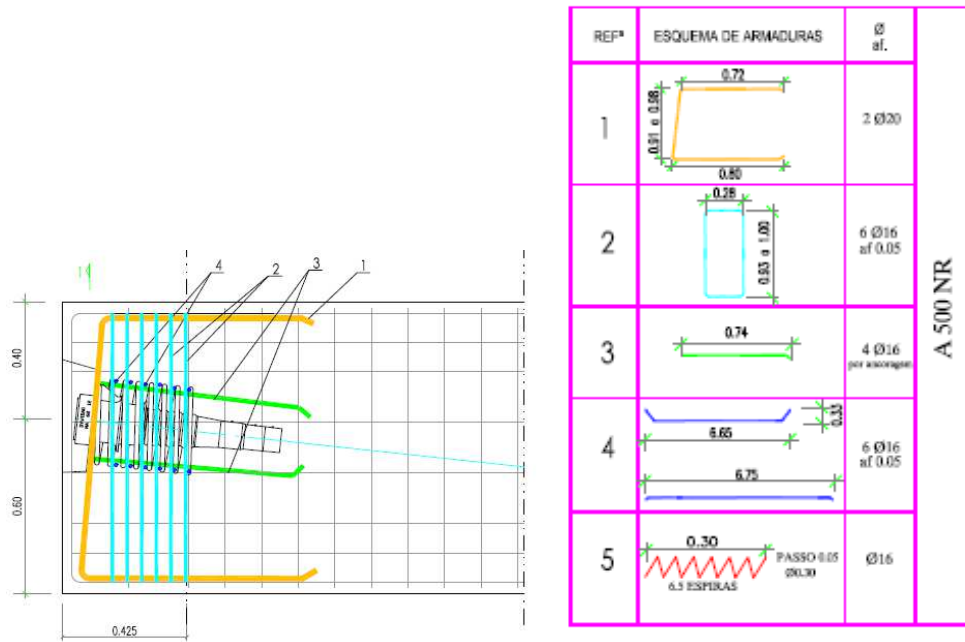


Figura 5.2 – Corte lateral, armaduras de reforço .  
Pré-esforço).

Esquema 2 – armadura de reforço (Fonte: Projecto

Em anexo é apresentado os desenhos das trajectórias dos cabos, armaduras de reforço, caixas de ancoragem, plano de puxe.

#### 4.2.1.4. PONTE METÁLICA EXISTENTE

##### 4.2.1.4.1. Demolição

As demolições foram executadas com recurso a martelos hidráulicos e equipamento pesado para remoção dos elementos estruturais da antiga ponte a carga foi realizada em camiões basculantes que transportaram os elementos a vazadouro, local disponibilizado pelo Município do Lombe, que ficava a cerca de 1,5 km da obra. A ponte provisória metálica foi em parte desmantelada por uma equipa de serralheiros e posteriormente foi recolocada na fase lateral da nova ponte, permitindo assim que as equipas de trabalho circulassem nas duas margens do rio. Na mudança desta ponte metálica provisória foram utilizados uma Escavadora, que permitiu a elevação da estrutura, e utilizou-se um *Bulldozer* que por arrasto transportou a estrutura provisória para o novo local. Esta ponte provisória no final da empreitada foi novamente desmantelada e transportada para o Estaleiro do INEA (Instituto Nacional Estradas de Angola) em Malanje.



Figura 6.1 – Ponte Metálica Provisória.



Figura 6.2 – Ponte Metálica Provisória durante processo de arrastamento.



Figura 6.3 – Local da Nova Ponte, elementos estruturais antigos e parcialmente demolidos.





Figura 6.4 – Distancia do Estaleiro Frente Obra em relação ao vazadouro e terras de empréstimo (1,5 km).

#### 4.2.1.5. ELEMENTOS DE SUPORTE DA NOVA PONTE

##### 4.2.1.5.1. *Movimentos de Terra*

Terminada a actividade de demolição da ponte metálica existente e os trabalhos de campo da prospecção geotécnica, deram-se início aos trabalhos de movimentos de terras. Como foi referido anteriormente, a zona da nova ponte está inserida numa zona alagadiça e pantanosa. Para criar áreas secas e viabilizar a execução dos trabalhos, foram realizadas ensecadeiras constituídas por aterros técnicos, estaca prancha e sacos de areia. Os aterros técnicos foram feitos com terras seleccionadas provindas do local de terras de empréstimo, devidamente compactadas. As estacas prancha eram metálicas e na sua colocação recorreu-se a auto-grua e escavadora.

Como referido no capítulo da prospecção do solo, a uma profundidade de 5 metros o terreno apresentava um maciço rochoso. Para procedermos a escavação neste solo recorreremos a escavadora equipada com martelo hidráulico. As terras que não foram aproveitadas foram transportadas para vazadouro por camiões basculantes. O nível freático elevado foi outro dos pontos fulcrais da obra. Para colmatar esta situação, à medida que o nível de escavação ia aumentando, as superfícies laterais iam sendo revestidas com sacos de areia de 100 kg, garantindo assim a estanquidade lateral. A reduzida água que ascendia à cota de limpo da fundação, era retirada com recurso bomba de água com motor de gasóleo.

A sequência de trabalho de abertura de caboucos para fundação foi do ‘Encontro E2’, para o ‘Encontro E1’, o ‘Pilar P2’ e por fim o ‘Pilar P1’. Os aterros junto aos elementos estruturais foram realizados com terras seleccionadas, bem compactados. Os recursos utilizados foram, *Bulldozer D3*, Cilindro Misto e Camiões Basculantes.



Figura 7.1 – Zona de maciço de fundação do Encontro E2.





Figura 7.2 – Zona de maciço de fundação do Encontro E2.



Figura 7.3 – Zona de maciço de Fundação Pilar P2.

#### **4.2.1.5.2. Fundações Directas**

Após a execução do movimento de terras, executaram-se as fundações directas. Depois das áreas de implantação estarem limpas, foi colocado, devidamente nivelado, o betão de limpeza. Seguidamente foi realizada a implantação topográfica dos vértices da fundação à cota de betão de limpeza.

Como referenciado anteriormente, o estaleiro possuía uma Oficina de Ferro devidamente equipada com uma máquina de corte e dobragem de armaduras. Sempre que as dimensões das peças o permitiam, optou-se pela pré-montagem das armaduras no próprio estaleiro. A colocação das armaduras foi auxiliada por uma Auto Grua.

As cofragens das sapatas de um modo geral foram constituídas por painéis de cofragem metálica. A movimentação da cofragem metálica fez-se com recurso a Auto Grua. Logo após a colocação das armaduras e dos painéis metálicos, foi feito a implantação topográfica do arranque das elevações. Seguidamente foram colocadas as armaduras de arranque das elevações. Como a zona das fundações eram de fácil acesso, procedeu-se à colocação de betão por descarga directa. Observando-se os tempos de cura regulamentares e de acordo com as regras de boa execução em qualidade, procedeu-se à descofragem do betão armado e iniciaram-se os trabalhos de impermeabilização com emulsão betuminosa.





Figura 7.4 – Betão de limpeza na zona da sapata do Encontro E1



Figura 7.5 – Sapata do Encontro E2 com armadura de arranque.

#### **4.2.1.5.3. Encontros e Pilares**

Os encontros e pilares foram executados por processos tradicionais, utilizando elementos de cofragem metálicos, sendo a principal preocupação garantir um perfeito acabamento. Nos pilares foram adoptados plataformas de trabalho em todo o seu perímetro, formadas com pranchas de madeira e guardas metálicas. A movimentação da cofragem foi auxiliada pela Auto Grua. As armaduras, como referido anteriormente, foram pré-montadas na Oficina de Ferro e posteriormente transportadas e montadas por pessoal especializado, conforme os desenhos de pormenor, com auxílio do meio de elevação atrás referido.

A betonagem realizou-se continuamente em cada troço com auxílio da Auto Grua equipada com balde de descarga, permitindo desta forma, a garantia de uma eficaz distribuição uniforme do betão pela secção a betonar. A vibração foi assegurada por Agulhas Vibradoras de alta frequência. No final de cada betonagem havia o cuidado de limpar e lavar com água, eventuais escorrimentos da goma do etão ao longo do pilar ou parede do encontro. Os negativos para os boeiros foram tomados em atenção.



Figura 7.6 – Execução das paredes do Encontro E2 .





Figura 7.7 – Aterro dos Elementos Estruturais Encontro E2. Paredes dos encontros já revestidas com com uma camada de impermeabilização com emulsão betuminosa.



Figura 7.8 – Vista do Encontro E2 e E1, Auto Grua início de execução Pilar P2.



Figura 7.9 –Execução Pilar P2.



Figura 7.10 –Execução Pilar P2.



#### 4.2.1.6. TABULEIRO

##### 4.2.1.6.1. Sistema de Cofragem

O projecto do sistema de cofragem foi solicitado à DOKA. Esta respeitou as exigências actuais do Eurocódigo (Ec), bem como algumas normas Europeias (EN). A solução apresentada pela DOKA baseava-se num sistema constituído por alinhamentos de cintas apoiadas por torres. A cofragem é composta por mesas de 4,90m de comprimento sendo a superfície contraplacado marítimos de 21mm, com revestimento fenólico. A altura máxima de cimbra foi aproximadamente de 3,20m, todo o cimbra foi interligado nos dois sentidos de modo a criar um efeito conjunto, assim como era ligado à cofragem. Os principais elementos do sistema de cofragem da DOKA são os seguintes:

- Cofragem racional Top50

Esta cofragem permite a criação de painéis, de dimensão ou forma variada.

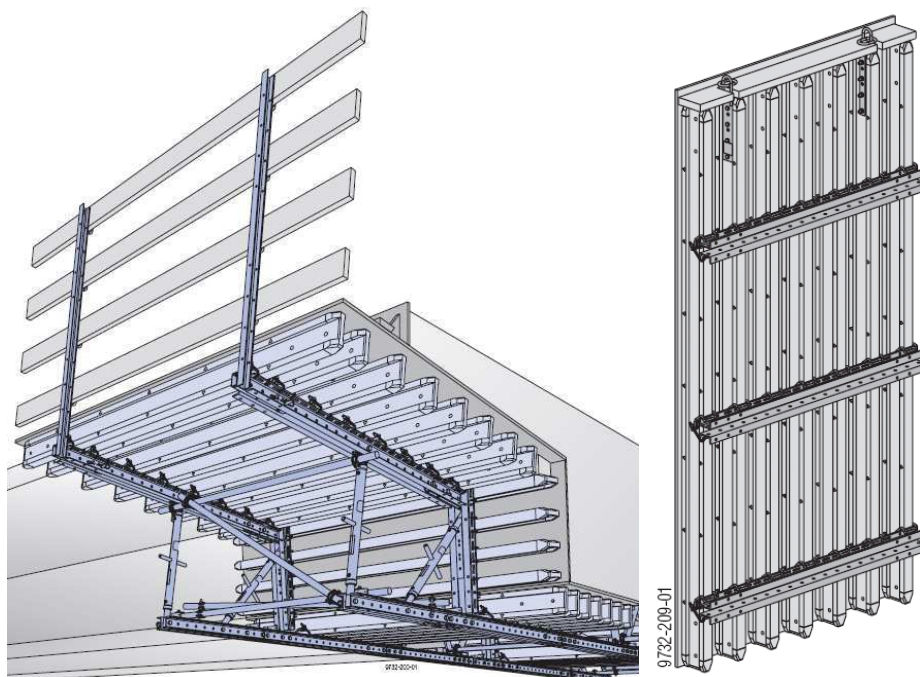


Figura 8.1 – Cofragem racional Top50



Figura 8.2 – Vista em Obra da cofragem racional Top50.

Esta cofragem racional Top50 era constituída por:

Painel contraplacado marítimo:

Espessura: 21mm

Dimensões das chapas: (comp./larg.): 125/250cm

Acabamento: Resina fenólica 120g/m<sup>2</sup>



Figura 8.3 – Painel de contraplacado marítimo.

Viga Doka H20 P

Momento flector permitido: 5,0 KNm

Carga de corte permitida: 11,0 KN

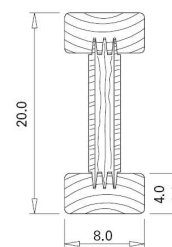


Figura 8.4 – Viga Doka H20P (DOKA)



### Cinta metálica WS 1 0

Constituídas a partir de perfis metálicos em UNP100 Normalizados, ligados entre si por várias barras de aço 40x8 consoante o comprimento da cinta ws10. Apresentam furos de diâmetro 20mm no centro da alma espaçados entre si, e ranhuras de topo circular nos banzos para ligações entre si ou a outros elementos de cofragem.

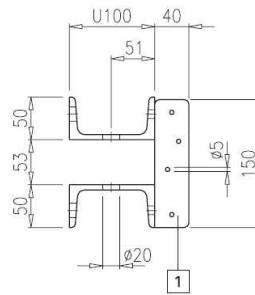


Figura 8.5 – Cinta metálica WS 1 0. (DOKA)

### Escoras de eixo roscado T7 100/150

Utilizadas como escoras de compressão ajustável de elevada capacidade com ligação por cavilha em ambas as extremidades sendo ajusto efectuado por veios roscados opostos.



Figura 8.6 – Vista em obra das escoras de eixo roscado T7 100/150.

- Sistema de Cimbra D2

Este sistema de cimbra, é um sistema modular de elevada capacidade de carga, e manuseamento fácil, sendo os seus componentes galvanizados para uma longa vida útil e maior fiabilidade e operacionalidade.



Figura 8.7 –Vista em obra das sistema de cimbra D2.



Figura 8.8 – Corte longitudinal do escoramento.

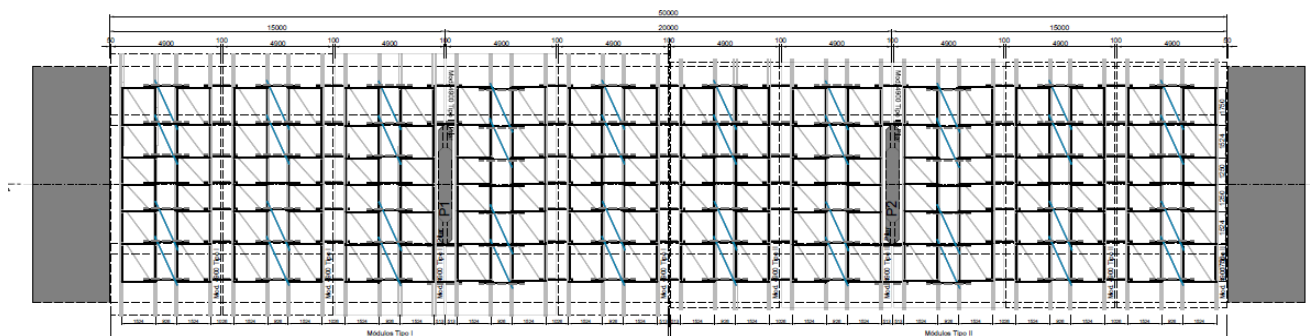


Figura 8.9 – Planta dos módulos de cofragem.

#### ***4.2.1.6.2. Montagem do Sistema***

Depois da aprovação do projecto, foi feita no terreno a implantação topográfica do cimbra e dos aparelhos de apoio, cumprindo rigorosamente as cotas previstas no projecto. O cimbra foi assente numa superfície de betão nivelado devidamente consolidado conforme o projecto. Esta montagem foi efectuada por uma equipa com experiencia e acompanhados por um chefe de equipa.

A movimentação e elevação desta estrutura foi efectuada por Auto Grua. Depois da montagem do cimbra fez-se a preparação da cofragem e colocou-se os aparelhos de apoio. Seguidamente iniciou-se a colocação da cofragem, a preparação da cofragem fez-se em estaleiro com uma equipa de carpinteiros e acompanhados por chefe de equipa, foram utilizados os devidos equipamentos tais como a serra tico-tico e mesas de corte.



Figura 8.10 – Início de montagem do cimbra.





Figura 8.11 – Sistema de cimbra concluído, início de montagem de cofragem.



Figura 8.12 – Aparelho de apoio.



Figura 8.13 – Montagem de cofragem.



Figura 8.14 –Aspecto final após conclusão de montagem da cofragem.



#### ***4.2.1.6.3. Armadura e Pré-esforço***

As armaduras como referido anteriormente foram cortadas e moldadas na Oficina de Ferro, e sempre que as peças o permitiram, optamos pela pré-montagem das armaduras na oficina. Este trabalho foi realizado por uma equipa de ferrageiros com vasta experiência e acompanhados por chefe de equipa. Na colocação da armadura recorreu-se ao auxílio da Auto-Grua. Paralelamente serão instaladas as bainhas de pré-esforço, as peças de ancoragem e correspondente reforço das armaduras, cumprindo rigorosamente o definido no projecto.



Figura 8.15 –Montagem da Armadura.



Figura 8.16 –Montagem da Armadura.



Figura 8.17 –Armadura do tabuleiro e bainhas de pré-esforço.





Figura 8.18 – Reforço de armadura nas caixas de ancoragem do pré-esforço.

#### **4.2.1.6.4. Betonagem**

A betonagem do tabuleiro requereu especial atenção na rentabilidade do trabalho. Como referido em projecto, havia a necessidade de betonagem contínua de 405m<sup>3</sup> de betão. Tal como descrito anteriormente, em obra existia uma central móvel de betão no Estaleiro de Frente de Obra com a capacidade máxima de 40m<sup>3</sup>/h e usufruíamos de 3 auto betoneiras de 7,5m<sup>3</sup> de capacidade. Assim tendo em conta o rendimento condicionante da central de betão, estabelecemos o seguinte:

##### Recursos:

Necessidade total betão: 405 m<sup>3</sup>

Rendimento central de betão:  $R_c = 40 \text{ m}^3/\text{h}$



Capacidade total de carga:  $7,5 \text{ m}^3$

N.º de auto-betoneiras: 3

- horas de trabalho =  $405/40 \approx 11$  horas
- n.º de cargas =  $450/7,5 = 54$  cargas
- n.º de cargas =  $54/11 \approx 5$  cargas/h
- ciclo da carga por cada auto betoneira =  $3/5 \times 60 \text{ min} = 36 \text{ min}$

Compreende-se uma carga como sendo o carregamento na central de betão, o transporte até zona a betonar (300 metros), descarregar e voltar a central de betão. Assim sendo, tínhamos 24min disponíveis para fazer a descarga de betão de uma Auto-betoneira no tabuleiro. Para dar resposta a estas exigências e dificuldades, utilizamos um camião Auto-Bomba com lança no qual recebia o betão dos camiões Auto-Betoneira. Procedemos assim a bombagem do betão, durante este período a vibração foi efectuada através de agulhas vibradoras de alta frequência por pessoal especializado. Os negativos para os esgotos pluviais do tabuleiro foram tomados em atenção.



Figura 8.19 – Betonagem do tabuleiro, Auto Bomba e Auto Betoneira no lado direito.



Figura 8.20 – Betonagem do tabuleiro e vibração do betão.



Figura 8.21 – Betonagem do tabuleiro.

#### ***4.2.1.6.5. Aplicação do Tensionamento***

O pré-esforço foi realizado de acordo com o sistema Dywidag. Para aplicação de carga aos cordões usou-se macaco apropriado ao sistema accionado por bomba eléctrica, munido de sistema de cravação hidráulico. O pré-esforço foi aplicado em cada um dos cabos em ambas as extremidades e de acordo com o plano de puxe. Em cada cabo, o pré-esforço foi aplicado em duas fases, correspondendo a primeira a 50% e a segunda a 100% da força de pré-esforço. Os alongamentos correspondentes à 1ª fase, foram medidos na escala dos macacos. As correcções introduzidas aos alongamentos médios foram:

- + 5 mm porque o alongamento foi medido no macaco.
- - 3 mm que corresponde ao recuo das cunhas.

Esta operação só se iniciou após cumprida a conformidade do betão, através dos ensaios de compressão aos provetes cúbitos, realizados em laboratório, cujos resultados apresentem valores de resistência a compressão superiores aos 25,90MPa valore este prescrito no nosso projecto de execução e de aplicação do pré-esforço.

Esta actividade foi realizada por uma equipa com vasta experiencia e acompanhado por um encarregado de pré-esforço.

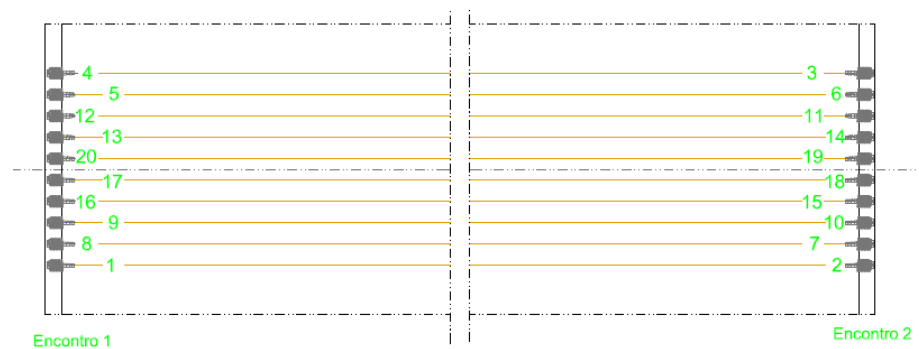


Figura 8.22 – Plano de puxe pré-esforço.

#### **4.2.1.6.6. Descofragem**

Os trabalhos de descofragem e remoção do escoramento foram iniciados imediatamente após a aplicação do tensionamento dos cabos de pré-esforço. Depois dos trabalhos de Descofragem iniciaram-se os trabalhos de acabamentos.





Figura 8.23 – Aspecto final depois de retirar a cofragem e escoramento.

#### 4.2.1.7. ACABAMENTOS

Os seguintes trabalhos foram executados tendo em conta um perfeito acabamento, cumprindo-se na íntegra o estipulado em projecto. Entende-se por acabamentos os seguintes trabalhos:

- Fabrico em obra e colocação de vigas bordadura;
- Tubo de ferro galvanizado para esgotos de tabuleiro;
- Colocação de tubos PVC nos enchimentos de passeios;
- Revestimentos de passeios;
- Caixas de recepção;
- Colocação de guardas metálicas de segurança;
- Colocação de guardas corpos;
- Descidas de taludes, revestidas com betão, de secção semicircular;
- Poste de iluminação com energia solar;

- Correção da trajectória do rio;
- Reperfilamento de taludes;

Todos estes trabalhos foram executados por equipas especializadas constituídas por pedreiros, serralheiros, ajudantes, chefes de equipa de pedreiro, chefes de equipa de serralheiros, tinham disponível como equipamento uma Rectro-Escavadora, Betoneira Eléctrica, e todos os equipamentos manuais necessários.

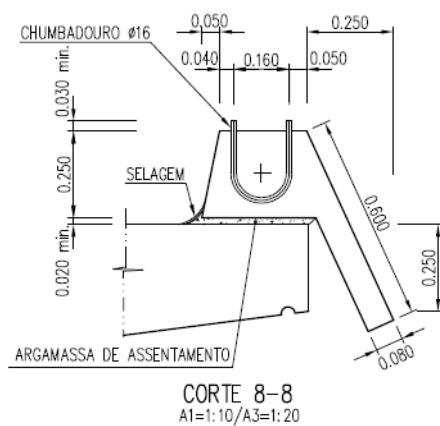


Figura 9.1 – Pormenor da viga bordadura.  
(Fonte: Projecto).

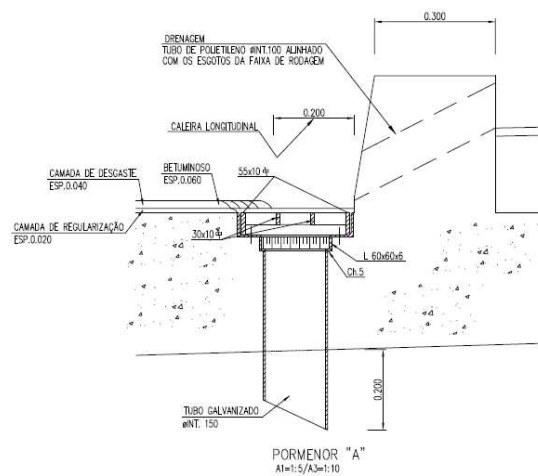


Figura 9.2 – Pormenor tubo para esgotos do tabuleiro.



Figura 9.3 – Vista em obra da viga bordadura e Guarda Corpos.



Figura 9.4 – Colocação dos tubos galvanizados para esgotos do tabuleiro.





Figura 9.5 – Vista de descida de talude, acrotério, caixa de recção, negativos de PVC e guardas metálicas de segurança.



Figura 9.6 – Vista geral do tabuleiro e postes de energia solar





Figura 9.7 – Trabalhos de correcção da trajectória do rio e reperfilamento de taludes.

#### 4.2.1.8. PAVIMENTAÇÃO

O trabalho de pavimentação teve início de acordo com o faseamento previsto no Plano de Trabalhos como anteriormente referido. Para a realização deste trabalho foi mobilizado o equipamento específico para cada actividade, nomeadamente:

- Espalhadora com mesa de 3 a 8 ml de largura, cilindro de rolos metálicos de 15 ton.
- Auto-cisterna equipada com barras aspersoras, para realização das regas de colagem e impregnação.
- Camiões basculantes, para transporte de material.

A metodologia de trabalho foi a tradicionalmente aplicada nestes casos e os materiais aplicados são aqueles que pelas suas características e qualidade satisfazem as exigências do projecto. A mistura betuminosa foi fabricada na Central de Betuminoso localizada no nosso Estaleiro da Voanvala que fica a uma distância de 30km, e aproximadamente 30min do ‘centro gravítico’ da obra. O transporte

das massas betuminosas foi realizado com camiões com caixa metálica basculante, previamente limpa e utilizaram sempre lonas para protecção das massas, de forma a garantir as adequadas temperaturas. A mão-de-obra para este trabalho era especializada e com larga experiência. As camadas de betuminoso só foram realizadas após a limpeza dos locais de trabalho, tarefa esta realizada por vassouras e varrimento a jacto de ar comprimido com auxílio de compressor. Também se deu especial atenção às espessuras e homogeneização das camadas e ao controlo rigoroso da temperatura das massas, no acto de aplicação bem como a temperatura ambiente. As espessuras das camadas foram garantidas por dispositivos automáticos. Após a pavimentação do tabuleiro foram executadas as juntas de dilatação, este trabalho foi realizado por pessoal especializado. As pinturas horizontais foram responsabilidade de uma empresa especializada na área, utilizaram o sistema a quente, composto por fusor/aplicador, montado sobre camião.

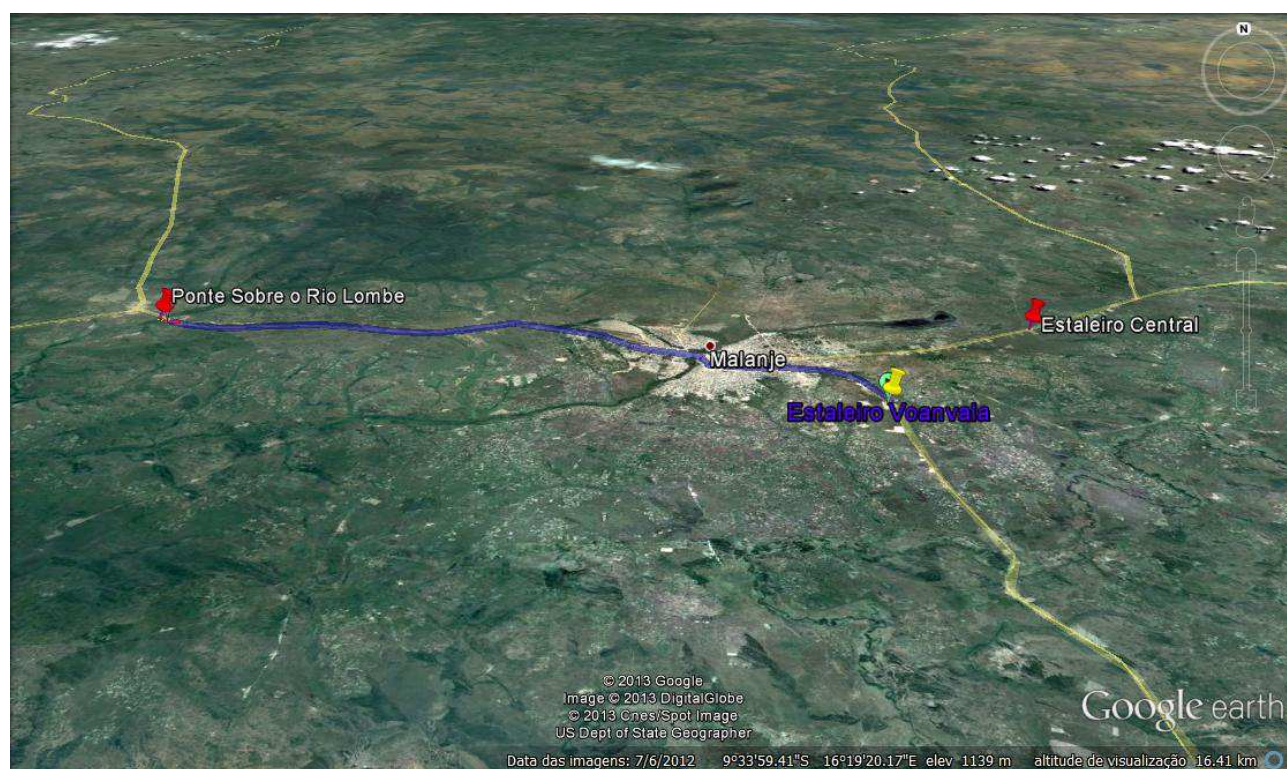


Figura 10.1 – Distancia do Estaleiro de Frente de Obra em relação ao Estaleiro da Voanvala (30km).





Figura 10.2 – Vista geral do tabuleiro depois da rega de impregnação.



Figura 10.3 – Vista da espalhadora e camião basculante durante a pavimentação.



Figura 10.4 – Vista do cilindro de rolos durante a compactação das massas betuminosas.



Figura 10.5 – Medidor da temperatura das massas betuminosas.





Figura 10.6 – Colocação de base para nivelamento das lajes de transição.



Figura 10.7 – Execução de junta de dilatação.



Figura 10.8 – Vista final da junta de dilatação.



Figura 10.9 – Execução das pinturas horizontais.



#### **4.2.1.9. SITUAÇÃO FINAL DE OBRA**

Cumpridos todos os trabalhos definidos no PT e estipulados em projecto, decorridos os 180 dias, a obra ficou concluída. O seu aspecto final pode ser visualizado na Figura 11.1.



Figura 11.1 – Aspecto final da Ponte Sobre o Rio Lombe.

#### **4.2.2. CONTROLO DO PLANEAMENTO**

##### **4.2.2.1. CONTROLO DIÁRIO**

O DTO verificava as partes diárias (mod.004/DP) de cada frente de trabalho da obra, e confrontando o trabalho realizado com o PT, ajustava os diversos recursos de forma a maximizar o rendimento e cumprir o prazo contratual da obra. No caso da ocorrência de atrasos, eram tomadas as medidas necessárias à sua recuperação, tais como, o reforço do número de horas diárias, das equipas, ou ambas.

#### **4.2.2.2. CONTROLO MENSAL**

O DTO procedia à actualização do PT da obra assinalando a percentagem de conclusão de cada actividade e estabelecendo os ajustes necessários de forma a cumprir-se com o prazo contratual da obra. Desta forma o DTO revia os recursos previstos no programa de trabalhos da seguinte forma:

a) Mão-de-obra

- Revalidação das necessidades do plano de mão-de-obra para os meses seguintes, actualizando o Plano de Mão-de-Obra;
- Qualquer necessidade de admissão ou eventual dispensa de pessoal devia ser comunicado a DAG, que por sua vez avaliava a disponibilidade/carência deste recurso na outras obras da sua área geográfica, antes de este encaminhar o pedido ao DP;

b) Materiais

- Reavaliava-se as necessidades de materiais necessários à execução da obra para os meses seguintes, actualizando o Plano de Compras de Materiais (mod. 057/DP);
- Todas as requisições de materiais ao ACM foram enviadas ao conhecimento do DAG;

c) Equipamento

- Reavaliava-se as necessidades de equipamento para os meses seguintes, actualizando o Plano de Equipamentos;
- Qualquer necessidade ou eventual dispensa de equipamento devia ser comunicado ao DAG, que por sua vez avaliaria a disponibilidade/carência deste recurso na outras obras da sua área geográfica, antes de este encaminhar o pedido ao DP; caso não esteja disponível o referido equipamento interno da empresa, o DP dava ou não autorização para fazerem consultas de subempreitadas (alugadoras de equipamento externo);



- Todas as requisições de materiais ao ACE necessários à manutenção e/ou reparação de equipamento deviam ser enviadas ao conhecimento do DAG;

Os desvios encontrados relativos ao programa de trabalhos da obra, como as possíveis causas e respectivas propostas de recuperação, eram registados no mod. 015/DP (Relatório Mensal de Produção) com todos os elementos revistos (plano de trabalho, de mão de obra, de compras de materiais, de equipamento) em anexo.

Todos os modelos acima mencionados são apresentados em anexo.

### **4.2.3. CONTROLO DE CUSTOS**

#### **4.2.3.1. CONTROLO SEMANAL**

No final de cada semana, o DTO elaborava o Relatório Semanal de Produção (mod. 600/DP), introduzindo com a máxima exactidão os valores referentes à produção realizada no período e os custos referentes a mão-de-obra, materiais, equipamentos, subempreitadas e outras despesas, e enviava ao DAG por *email*.

Os elementos necessários à realização deste relatório eram obtidos da seguinte forma:

- Mediante a verificação diária efectuada pelo DTO às partes diárias das frentes de trabalho, eram registadas as quantidades de trabalho executado, mão-de-obra, de equipamento, de trabalho subempreitado e de materiais;
- As quantidades de trabalho executado (produção) eram transformadas nos valores correspondentes aos preços dispostos no contrato da obra;

- As quantidades de mão-de-obra e de equipamento eram convertidos em custos através do preço indicado na lista de Bareims (preços internos) de mão-de-obra e de equipamento em vigor;
- As quantidades de trabalho subempreitado eram traduzidas em custos através dos preços estabelecidos no respectivo contrato de subempreitadas;
- Os custos de fornecimento de materiais, e no caso de matérias fornecidos pelo ACM e ACE eram enviados semanalmente pelos serviços logísticos; no caso de matérias compradas directamente pela obra deviam ser igualmente registados no relatório mediante a consulta das facturas/recibos.

O DAG verificava os relatórios recebidos e compila os valores da produção e dos custos obtidos das diversas obras da sua área geográfica no mod. 106/DA – Informação Semanal e envia-os ao DP.

#### **4.2.3.2. CONTROLO MENSAL**

No início de cada mês o DTO tinha a responsabilidade de proceder ao reorçamento mensal (à semana) das empreitadas em curso e das que se previa o seu início nesse mês, preenchendo o mod. 105/DA - Síntese do Orçamento Mensal (por obra) e remetia-lo ao DAG. O DAG compila toda a informação recebida num só impresso e envia-lo ao DP. No final de cada mês o DTO elaborava o relatório Mensal de Produção (mod. 015/DP), introduzindo os dados referidos no 4.2.2.2. e os totais de produção/custos previstos para o mês que terminou (mediante a consulta do mod. 001/DP – Orçamento Geral da Obra – elaborado na fase de Planeamento e actualizado anualmente) e os totais obtidos referentes à soma dos valores reportados no mod. 106/DA, sendo que o valor da produção obtida deveria coincidir com o valor do Auto de Medição dos trabalhos da Obra a enviar ao cliente para pagamento. Além dos elementos referidos em 4.2.2.2, devia-se anexar neste relatório:

- Auto de Medição dos trabalhos da Obra verificado pela fiscalização de Obra para emissão da factura ao cliente,
- Mod. 196/DP – Situação de Obra – devidamente actualizado.

Este relatório era enviado directamente ao DP com conhecimento ao DAG.

A actualização mensal do mod.001/DP – Orçamento de todas as Obras – no que respeita à introdução dos custos verificados era da responsabilidade do DP. Todos os modelos acima mencionados são apresentados em anexo IV.

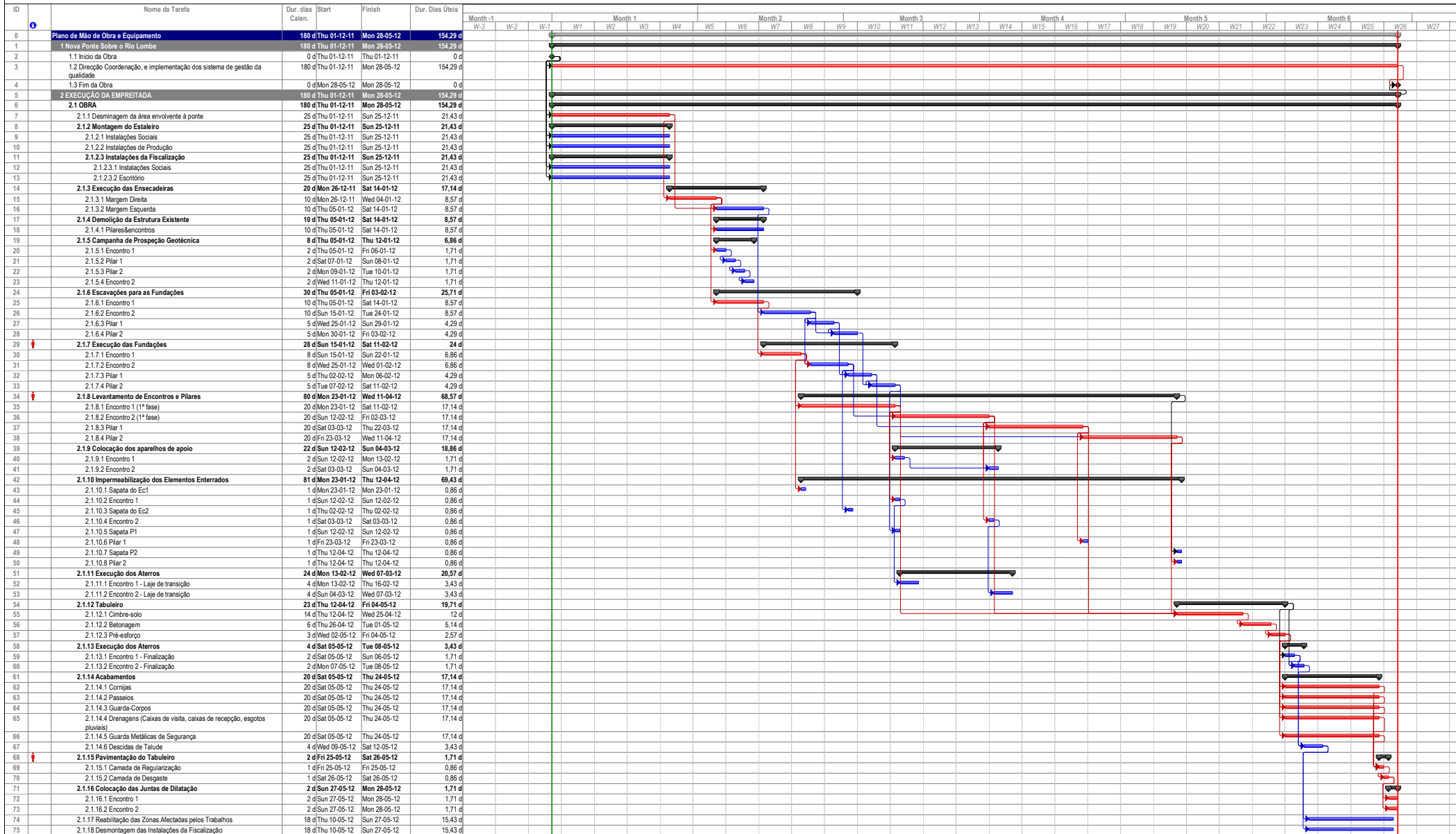
## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Projecto de Execução da Empreitada.
- Projecto de Pré-Esforço 6 Janeiro 2012, Eng.º André Carvalho, Cédula Profissional nº41.717.
- Organização e Gestão de Obras – A. Correia dos Reis, 2008
- REBAP – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado
- NP ENV 1992 -1-1 – Eurocódigo 2
- Directiva Estaleiros – Decreto – Lei 273/2003
- Documentação técnica da empresa da especialidade – Cofragem Top 50
- Manual da Qualidade e Segurança – Conduril - Engenharia S.A. - Sucursal Angola – 2011

## ANEXOS

**Anexo I** – Plano de Trabalhos. Plano Mão-de-Obra, Plano  
de Equipamento, Mão-de-Obra e Equipamento por Tarefa

(PRAZO DE EXECUÇÃO DE 180 DIAS)



כ



PLANO DE MÃO-DE-OBRA  
(PRAZO DE EXECUÇÃO DE 180 DIAS)

Designação	Quantidade Máxima																														
		Month 1					Month 2					Month 3					Month 4					Month 5					Month 6				
		-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26			
Recursos: MÃO-DE-OBRA	58	21	21	21	21	21	33	33	31	33	33	23	23	22	22	22	17	17	17	17	20	18	18	16	29	29	29	27			
Categoria: DIRECTA	52	15	15	15	15	15	27	27	25	27	27	17	17	16	16	16	11	11	11	11	14	12	12	10	23	23	23	21			
CANALIZADOR / PICHELEIRO	1	1	1	1	1	1															3	3	3		1	1	1	1			
CARPINTEIRO DE COFRAGENS	3																				3	3	3								
CHEFE DE EQUIPA	3					1	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1					1			
ENCARREGADO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
ENCARREGADO DE BETUMINOSO	1																									1	1	1			
ENCARREGADO PRÉ-ESFORÇO	1																							1							
EQUIPA DE DESMINAGEM	1	1	1	1	1	1																									
FERRAJEIRO	6								3	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3	3	3										
MANOBRADOR / CONDUTOR	15	6	6	6	6	7	15	15	15	9	9	2	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	6	6	12	12			
PEDREIRO	4	2	2	2	2	2			2	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3			
PINTOR	2									2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2										
SERRALHEIRO	1						1	1	1												1	1	1		1	1	1				
SERVENTE	9	4	4	4	4	4	5	5	5	2	2										3	3	4	4	9	9	9	4			
TÉCNICO ESPECIALIZADO	2						2	2																							
TROLHA	2																								2	2	2				
Categoria: INDIRECTA	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6			
DIRECTOR DE OBRA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
FIEL DE ARMAZÉM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
GUARDA	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
PORTA-MIRAS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
TÉCNICO SUPERIOR DE HIGIENE, SEGURANÇA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Total	58	21	21	21	21	21	33	33	31	33	33	23	23	22	22	22	17	17	17	17	20	18	18	16	29	29	29	27			

(N.º de Homens/dia)

PLANO DE MÃO-DE-OBRA

## PLANO DE EQUIPAMENTO

(PRAZO DE EXECUÇÃO DE 180 DIAS)

Designação	Quantidade Máxima																												
		Month 1					Month 2					Month 3					Month 4					Month 5					Month 6		
		-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Recursos: No Value	1																										1	1	
Categoria: No Value	1																										1	1	
ESPALHADORA DE BETUNINOSO	1																										1	1	
Pavimentação do Tabuleiro																											1	1	
Recursos: EQUIPAMENTO	34	7	7	7	7	9	17	17	17	11	11	4	7	7	7	7	4	4	4	4	4	4	4	11	11	7	7	12	12
Categoria: BETÃO	8																						7	7					
AGULHA VIBRADORA (BETÃO)	3																						3	3					
AUTO-BETONEIRA (6 m³)	3																						3	3					
AUTO-BOMBA DE BETÃO	1																						1	1					
MACACOS DE PRÉ-ESFORÇO	1																							1					
Categoria: BULLDOZER	1						1	1	1																				
BULLDOZER CAT D7	1						1	1	1																				
Categoria: CAMIÃO	10	1	1	1	1	4	9	9	9	5	5															1	1	4	4
CAMIÃO VOLVO FM12 (15 m³)	9					4	9	9	9	5	5																3	3	
CAMIÃO VOLVO FM12 (Tractor)	1	1	1	1	1	1																			1	1	1	1	
Categoria: CENTRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
CENTRAL DE BETÃO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Categoria: CILINDRO	3												2	2	2	2									2		1	1	
CILINDRO APEADO BOMAG BW62H (0,6 tn)	1												1	1	1	1									1				
CILINDRO DE ROLOS DYNAPAC CC21 (6 tn)	1																										1	1	
CILINDRO MISTO CAT CS563 (10 tn)	1												1	1	1	1									1				
Categoria: DIVERSOS	5	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	4		
CAMIÃO CISTERNA	1																										1	1	
Pavimentação do Tabuleiro																											1	1	
CARRINHA DE APOIO	1	1	1	1	1	1																			1	1	1	1	
CARRINHA TRASNPORTE PESSOAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
OBRA		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
EQUIPAMENTO DE APOIO À ESPECIALIDADE	1																						1						
MANITU	1	1	1	1	1	1																			1	1	1	1	
Desmontagem das Instalações da Fiscalização																									1	1	1	1	
Montagem do Estaleiro		1	1	1	1	1																							
Categoria: ESCAVADORA	3					1	3	3	3	2	2																		
ESCAVADORA CAT 330LN (30/40tn/2,1m³)	2					1	2	2	2	1	1																		
ESCAVADORA KOMATSU PC240 (20/25tn/1,2m³)	1						1	1	1	1	1																		

**PLANO DE EQUIPAMENTO**  
**(PRAZO DE EXECUÇÃO DE 180 DIAS)**

Designação	Quantidade Máxima																															
		Month 1					Month 2					Month 3					Month 4					Month 5					Month 6					
		-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26				
Categoria: GERADOR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
GERADOR DE 500 KVA - GESAN DVS 505	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
OBRA		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2				
Categoria: TANQUE ÁGUA	1												1	1	1	1										1						
CISTERNA DE ÁGUA REBOAL 4.000 L	1												1	1	1	1									1							
Total	1																										1	1				

(PRAZO DE EXECUÇÃO DE 180 DIAS)

[illegible]

**Mão de Obra E Equipamento Por Tarefa**  
(PRAZO DE EXECUÇÃO DE 180 DIAS)

Nome da Tarefa		Quantidade	Year 2																																																																																
Maxima			Month 1				Month 2				Month 3				Month 4				Month 5				Month 6				Month 7				Month 8				Month 9				Month 10				Month 11				Month 12				Month 13				Month 14				Month 15				Month 16				Month 17				Month 18				Month 19								
			-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Pilar 2																																																																																			
Execução dos Aterros																																																																																			
MANOBRADOR / CONDUTOR																																																																																			
CILINDRO APEADO BOMAG BW62H (0,6 tn)																																																																																			
CILINDRO MISTO CAT CS563 (10 tn)																																																																																			
CISTERNA DE AGUA REBOAL 4.000 L																																																																																			
Encontro 1 - Laje de transição																																																																																			
Encontro 2 - Laje de transição																																																																																			
Tabuleiro																																																																																			
Cmbre-telo																																																																																			
CHEFE DE EQUIPA																																																																																			
CARPINTEIRO DE COFRAGENS																																																																																			
PEDREIRO																																																																																			
SERRALHEIRO																																																																																			
SERVENTE																																																																																			
Betonagem																																																																																			
CHEFE DE EQUIPA																																																																																			
PEDREIRO																																																																																			
SERVENTE																																																																																			
AGULHA VIBRADORA (BETÃO)																																																																																			
AUTO-BETONEIRA (6 m³)																																																																																			
AUTO-BOMBA DE BETÃO																																																																																			
Pré-esforço																																																																																			
ENCARREGADO PRÉ-ESFORÇO																																																																																			
SERVENTE																																																																																			
EQUIPAMENTO DE APOIO À ESPECIALIDADE																																																																																			
MACAÇOS DE PRÉ-ESFORÇO																																																																																			
Execução dos Aterros																																																																																			
MANOBRADOR / CONDUTOR																																																																																			
CILINDRO APEADO BOMAG BW62H (0,6 tn)																																																																																			
CILINDRO MISTO CAT CS563 (10 tn)																																																																																			
CISTERNA DE AGUA REBOAL 4.000 L																																																																																			
Encontro 1 - Finalização																																																																																			
Encontro 2 - Finalização																																																																																			
Acabamentos																																																																																			
PEDREIRO																																																																																			
SERRALHEIRO																																																																																			
SERVENTE																																																																																			
TROLHA																																																																																			
Comijas																																																																																			
Passeios																																																																																			
Guarda-Corpos																																																																																			
Drenagens (Caixas de visita, caixas de recepção, esgotos pluviais)																																																																																			
Guarda Metálicas de Segurança																																																																																			
Descidas de Talude																																																																																			
Pavimentação do Tabuleiro																																																																																			
ENCARREGADO DE BETUMINOSO																																																																																			
MANOBRADOR / CONDUTOR																																																																																			
CAMÃO VOLVO FM12 (15 m³)																																																																																			
CILINDRO DE ROLOS DYNAPAC CC21 (6 tn)																																																																																			
CAMÃO CISTERNA																																																																																			
ESPALHADORA DE BETUMINOSO																																																																																			
AJUDANTE																																																																																			
Camada de Regularização																																																																																			
Camada de Desgaste																																																																																			
Colocação das Juntas de Dilatação																																																																																			
CHEFE DE EQUIPA																																																																																			
PEDREIRO																																																																																			
Encontro 1																																																																																			
Encontro 2																																																																																			
Reabilitação das Zonas Afectadas pelos Trabalhos																																																																																			
Desmontagem das Instalações da Fiscalização																																																																																			
CANALIZADOR / PICHELEIRO																																																																																			
MANOBRADOR / CONDUTOR																																																																																			
PEDREIRO																																																																																			
SERVENTE																																																																																			
CAMÃO VOLVO FM12 (Tractor)																																																																																			
CARRINHA DE APOIO																																																																																			
OFICIAL DE EQUIPA																																																																																			
MANITU																																																																																			
P. ELECTRICISTA																																																																																			

**Anexo II** – Requisições ACM, Carpintaria/Serralharia,  
Avaliação conformidade do Betão



## REQUISIÇÃO AO A.C.M.



OBRA: Ponte Lombe

DATA: 23-04-2012

Centro Responsabilidade: Malanje

Nº	DESIGNAÇÃO	REFERÊNCIA	QDADE PEDIDA	UNI	DATA PEDIDO	QDADE RECEBIDA	GUIA Nº	DATA RECEPÇÃO	SITUAÇÃO	SALDO	OBS
1	Placas de contraplacado marítimo		60	un	23-04-2012					F 60	
2	Bomba de Abastecimento de gásleo Monofásica		1	un	23-04-2012					F 1	
3	Torno de bancada nº2		2	un	23-04-2012					F 2	
4	Sacos de serapilheira de 150kg		1000	un	23-04-2012					F 1000	
5	Rolo de manga de plástico preto		2	un	23-04-2012					F 2	
6	Abafador de Ruído		10	un	23-04-2012					F 10	
7										0	
8										0	
9										0	
10										0	
11										0	
12										0	
13										0	
14										0	
15										0	
16										0	

SERRALHARIA ☐

CARPINTARIA ☒

Nº Requisição:

2/12

OBRA: Ponte Sobre o Rio Lombe

DATA:

4/05/2012

**REQUISICÃO:** É necessário definir com exactidão o que se pretende, bem como a quantidade, qualidade (tipo de material, classe de resistência, outras características, acabamentos – textura, cores, etc) bem como prazo (data de entrega)

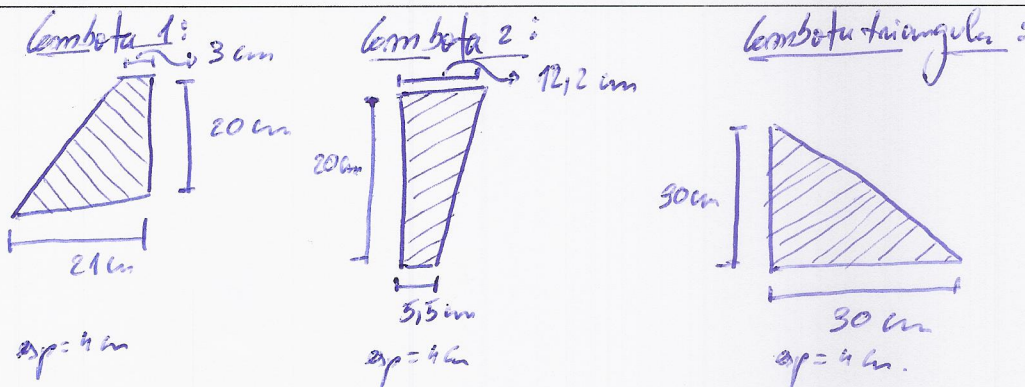
**Necessito do seguinte material:**

- 140 ml de tábua com 0.3m de altura e esp= 0.04m
- 250 un de Cambota tipo 1 esp=0.04m
- 450 un de Cambota tipo 2 esp=0.04m
- 210 un de Cambota triangular e esp=0.04m

**Nota:** Os desenhos das cambota e triângulos segue abaixo.

Data de entrega: 17 / 5 / 2012

Anexar desenho e outros pormenores ou fazer esboço devidamente cotado



**OBS:**

Assinatura [DTO]:

Antônio Lima F. Silva

**A preencher pela Carpintaria/Serralharia**

Nº Proc.:

Análise do pedido:

Os dados e elementos facultados são suficientes, para a execução?

Os prazos são exequíveis?

Há disponibilidade de materiais / Equipamentos?

Sim

Não



**Obs./Esclarecimentos:**

--

Responsável pela Carpintaria/Serralharia

Data



**Anexo III** – Instruções Gerais de Segurança,  
Armazenamento de Substâncias Perigosas, Plano de  
Assistência/Emergência Médica e Instruções Gerais de  
Segurança.



<b>CONDURIL ANGOLA</b>	<b>PROCEDIMENTO OPERATIVO</b>	<b>PO</b> 22.30.05	<b>Pg</b> 1/1
	INSTRUÇÕES GERAIS DE SEGURANÇA	<b>ed</b>	01
		<b>data</b>	2012/04/15



## INCÊNDIO

### Se descobrir um incêndio:

Combata o fogo com os extintores, sem correr riscos inúteis.



### Em caso de incêndio incontrolável:

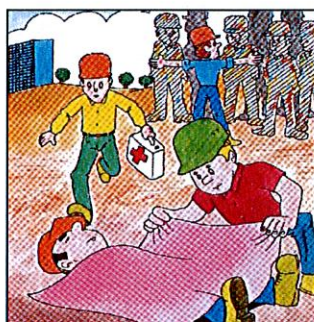
Informa sobre a ocorrência ao Responsável pelas operações (RO)

Siga as instruções do Responsável pelas operações.



## ACIDENTE

### Chame imediatamente o Socorrista.



Não mexa na vítima.

Afaste as pessoas de volta do acidentado e não interfira com o trabalho do Socorrista.

Caso seja necessário, o Socorrista efectuará o pedido de ajuda, ligando o número de telefone indicado na Lista de Contactos de Emergência.



## EVACUAÇÃO



Após ouvir ordem de evacuação através de sinal sonoro:

Abandone o local. Siga com calma e sem correr, para a saída de emergência.



Siga as indicações dos responsáveis pela evacuação.

Dirija-se para o Ponto de Encontro.



Nunca volte para trás sem ser autorizado.

Elaborado por

Susana Azevedo  
(RS)









Aprovado por

[Assinatura]  
(DQ)



CONDURIL	PROCEDIMENTO OPERATIVO	PO	10.1.02	Pg	1/1
	ARMAZENAMENTO DE SUBSTÂNCIAS PERIGOSAS	ed	01		
		data	2005/07/10		

### Quadro das Incompatibilidades entre Substâncias perigosas

				
	+	-	-	+
	-	+	-	0
	-	-	+	+
	+	0	+	+

#### Legenda:



Não devem ser armazenados em conjunto



Não devem ser armazenados em conjunto sem aplicação de certas regras de segurança, verificar as indicações das Fichas de Segurança



Podem ser armazenados em conjunto

Elaborado por
<i>Tatiana Gomes</i>

Aprovado por
<i>[Signature]</i>



**EM CASO DE ACIDENTE:**

- NÃO MOVA A VÍTIMA, EXCEPTO NO CASO DESTA ESTAR EM PERIGO EMINENTE;
- EM CASO DE ACIDENTE ELÉCTRICO, NÃO TOQUE NA VÍTIMA ANTES DE CORTAR A CORRENTE;
- SE A VÍTIMA ESTÁ EM ESTADO DE CHOQUE, TRANQUILIZE-A;
- NÃO DÊ À VÍTIMA QUAISQUER LÍQUIDOS;
- AGASALHE A VÍTIMA SEM EFECTUAR GRANDES MOVIMENTOS, A NÃO SER QUE ESTA TENHA SOFRIDO QUEIMADURAS.

**AVISAR**

**AVALIAR A CONDIÇÃO MÉDICA DA VÍTIMA (COM O AUXÍLIO DE UM SOCORRISTA)**

- ABRIR VIAS RESPIRATÓRIAS E COMPROVAR A RESPIRAÇÃO
- SE O PACIENTE NÃO RESPIRA, PEDIR AJUDA E INICIAR SUPORTE BÁSICO DE VIDA

**A VÍTIMA TEM FERIMENTOS GRAVES OU ESTÁ EM RISCO DE VIDA?**
**NÃO**
**CLÍNICA / HOSPITAL /  
AMBULATÓRIO LOCAL:**  
*Hospital Municipal de Malanje  
Rua Comandante Danjareux*
**SIM**
**COMUNICAR AO RESPONSÁVEL  
DO SERVIÇO/OBRA**
**AVISAR**
**RESPONSÁVEL PELO ACCIONAMENTO  
DOS MEIOS DE EMERGÊNCIA:**
*Dr. José Taborda*

922 689 226

*Substituto: Dr. Luís Nobre*

923 590 965

**EXISTEM MEIOS PARA TRANSPORTE DA VÍTIMA DE  
FORMA SEGURA E EFICAZ NAS IMEDIAÇÕES DO  
SERVIÇO/OBRA?**
**NÃO**
**SIM**
**EVACUAÇÃO MÉDICA DE  
EMERGÊNCIA:**  
*Ambulâncias ABC  
Clínica Sagrada Esperança  
244 222 397 204 /  
244 917 773 640*
**CLÍNICA / HOSPITAL  
(URGÊNCIA MÉDICA):**  
*Hospital RTR  
Clínica Sagrada Esperança  
244 222 397 204 /  
244 917 773 640*
**OUTROS CONTACTOS  
ÚTEIS:**
*Socorrista*
*Técnico de Segurança*

932305684

*Bombeiros*

929757066

*Polícia*

251231113

O Responsável do  
Serviço / Obra:

O Responsável pelo  
acionamento dos  
meios de emergência:

## **Anexo IV - Os Diagramas de Sondagens e Carta Geológica.**

**SONDAGEM N.º**

**S 4**

### Ponte sobre o Rio Lombe

**Sondagem Realizada por:**  
**Geonorte**

## Malange

COTAZ -1,97 m

**vertical**

COORDENADAS:  $X =$  ----  $Y =$  ----

TÉRMINO	19-01-2012
---------	------------

PÁGINA 1/1

## ENSAIO SPT

## DESCRIÇÃO

1  
o  
F  
A  
S  
E

**2ª FASE**  
**Nº PANCADAS**

PEN	N
	A G U A

0  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20



3

W2	F3
W2	F3
W2	F3
W2	F3

F3  
F3  
F3  
F3

Solo do aterro técnico

-----1,10-----

Argila orgânica muito mole de cor negra.

-----3,80-----

Arcose sã ou pouco alterada  
(Rocha Sedimentar)

-----5,30-----

Fim do Furo

4
2
35

 $5+3$ 
$$1+3$$


35


60

45	NF
----	----


45

22

 <b>Conduril</b>										SONDAGEM N.º							
Ponte sobre o Rio Lombe						Sondagem Realizada por: Geonorte			S 3								
DIAMETRO		190/90 mm		LOCALIZAÇÃO:		Malange			INICIO			19-01-2012					
TUBAGEM		-----		COMPRIMENTO		7,00 m			COTA Z			-1,89 m					
EQUIPAMENTO		Puntel MX-600		INCLINAÇÃO		vertical			AZIMUTE								
				COORDENADAS: X=		-----			Y=		-----						
C O M P . m	S I M B O L .	E S T R A T .	I. RECUP				A L T E R A .	F R A T U R .	DESCRİÇÃO	ENSAIO SPT						N . A G U A	
			R. Q. D.							1 º F A S E	2º FASE						P E N .
			%								Nº PANCADAS						
			20	40	60	80	100			10	20	30	40	50	60		
0																	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
										ELABORADO POR		Paulo Gonçalves					
										VERIFICADO POR							

 <b>Conduril</b>										SONDAGEM N.º					
Ponte sobre o Rio Lombe						Sondagem Realizada por: Geonorte		S 2							
DIAMETRO		190/90 mm		LOCALIZAÇÃO:		Malange		INICIO		18-01-2012					
TUBAGEM		-----		COMPRIMENTO		8,50 m		COTA Z		-2,38 m					
EQUIPAMENTO		Puntel MX-600		INCLINAÇÃO		vertical		AZIMUTE		PÁGINA					
										1/1					
COORDENADAS: X=		-----		Y=		-----									
C O M P . m	S I M B O L .	E S T R A T .	I. RECUP		A L T E R A .	F R A T U R .	DESCRÇÃO	ENSAIO SPT						N . A G U A	
			R. Q. D.					1 º F A S E	2º FASE						P E N .
			%						Nº PANCADAS						
			20	40	60	80	100		10	20	30	40	50	60	
0								Solo do aterro técnico							NF
1								-----1,50-----	2	2+4					45
2									1	1+0					45
3								Argila orgânica muito mole de cor negra	1	1+0					45
4								-----5,00-----							
5									45	60					18
6						W2	F3	Arcose sã ou pouco alterada							
7						W2	F3	(Rocha Sedimentar)							
8						W2	F2	-----8,50-----							
9						W2	F2	Fim do Furo							
10															
11															
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
20															

ELABORADO POR	Paulo Gonçalves
VERIFICADO POR	

 <b>Conduril</b>										SONDAGEM N.º							
Ponte sobre o Rio Lombe						Sondagem Realizada por: Geonorte			S1								
DIAMETRO		190/90 mm		LOCALIZAÇÃO:		Malange			INICIO			17-01-2012					
TUBAGEM		-----		COMPRIMENTO		10,00 m			COTA			-0,72 m					
EQUIPAMENTO		Puntel MX-600		INCLINAÇÃO		vertical			AZIMUTE			PÁGINA			1/1		
COORDENADAS:		X=		-----		Y=		-----									
C O M P . m	S I M B O L .	E S T R A T .	I. RECUP		A L T E R A .	F R A T U R .	DESCRÇÃO	ENSAIO SPT						N . A G U A			
			R. Q. D.					1 º F A S E	2ª FASE						P E N .		
			%						Nº PANCADAS								
			20	40					60	80	100	10	20			30	40
0							Solo do aterro técnico										
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
								ELABORADO POR		Paulo Gonçalves							
								VERIFICADO POR									



**Anexo V** - Calculo Perdas Imediatas Por Deformação Elástica do Betão, Calculo Perdas Imediatas Por Deslizamento Das Cunhas, Calculo Perdas Por Atrito, Calculo Perdas Diferidas, Trajectória dos cabos de Pré-Esforço, Armadura de Reforço de Cunhas e Plano de Puxe.



$$\Delta \sigma = \frac{2 \cdot g \cdot E_a}{X} \quad (\text{KN / mm}^2)$$
$$\Delta P = \Delta \sigma \cdot A_{strand} \quad (\text{KN})$$

[illegible]

DADOS:				FORMULAS :	
Nº CABOS	10				
F ( força/strand )	209	KN		$\sigma b = \frac{F}{A_{betão}}$	$\Delta\sigma = \frac{1}{2} \left[ \frac{n-1}{n} \right] \sigma_b \frac{E_a}{E_b / 2}$
AREA / strand	150	MM2			
Eb ( modulo elasticidade do betão )	33,79	Gpa	C 30 / 37		

[illegible]

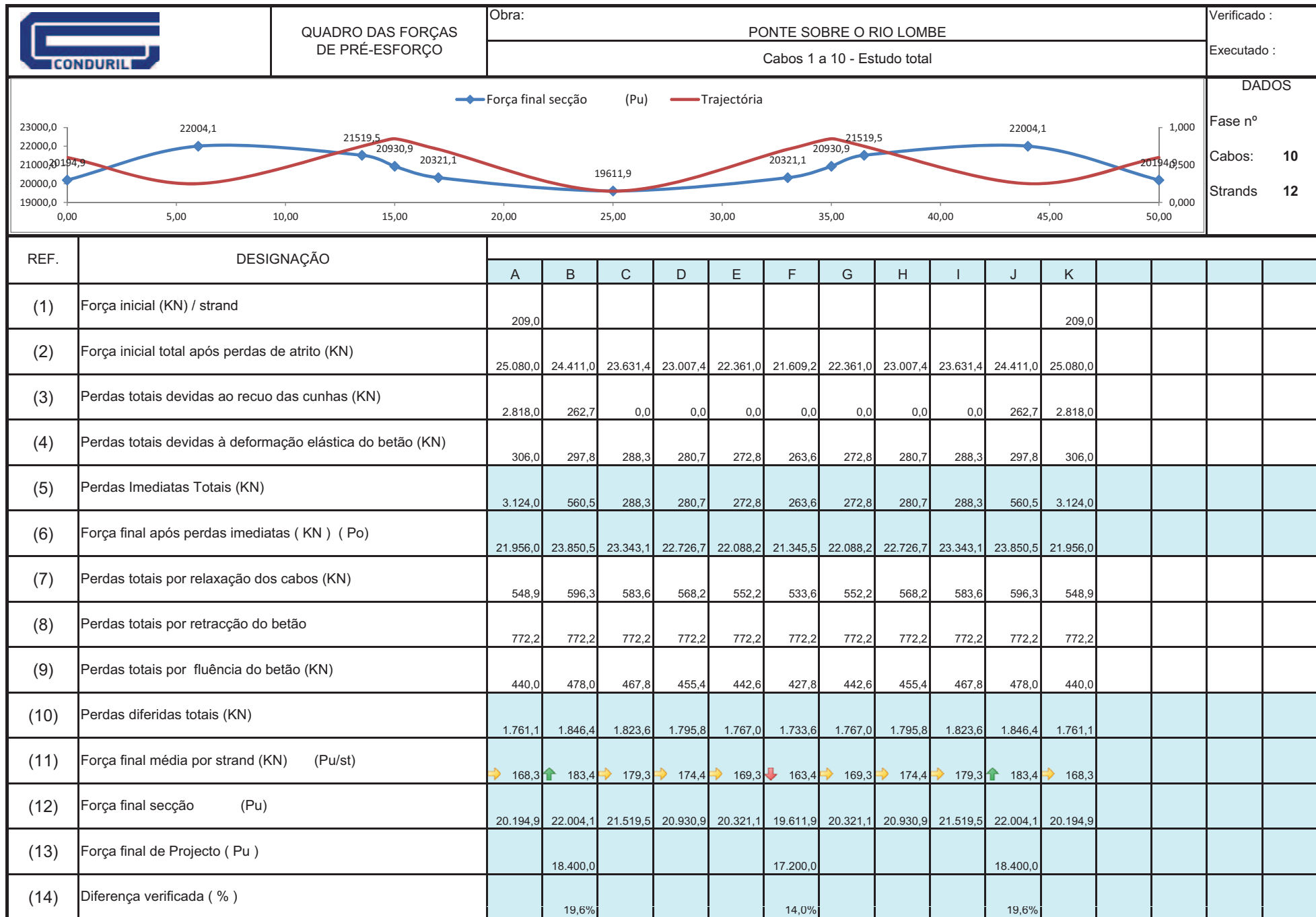




Executado :

$$\begin{aligned} \varepsilon_{cc}(t, t_0) &= \frac{\sigma_{c,t0} \cdot \varphi_c(t, t_0)}{E'_{c,28}} & \beta_a(t_0) &= 0,80 \cdot \frac{1 - f_{ct0}}{f_{ct\infty}} & \Delta P &= \varepsilon_{cc}(t, t_0) \cdot 195 \cdot A_{strand} \\ \varphi_c(t, t_0) &= \beta_a(t_0) + \varphi_d \cdot \beta_d(t - t_0) + \varphi_f \cdot |\beta_f(t) - \beta_f(t_0)| & \varphi_f &= \varphi_{f1} \cdot \varphi_{f2} \end{aligned}$$
[illegible]







# QUADRO DAS FORÇAS DE PRÉ-ESFORÇO

Obra:

PONTE SOBRE O RIO LOMBE

Cabos 1 a 10 - Estudo individual

Verificado :

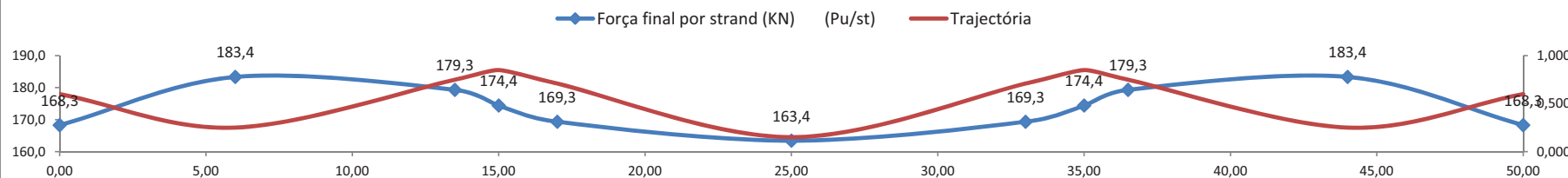
Executado :

## DADOS

Fase nº

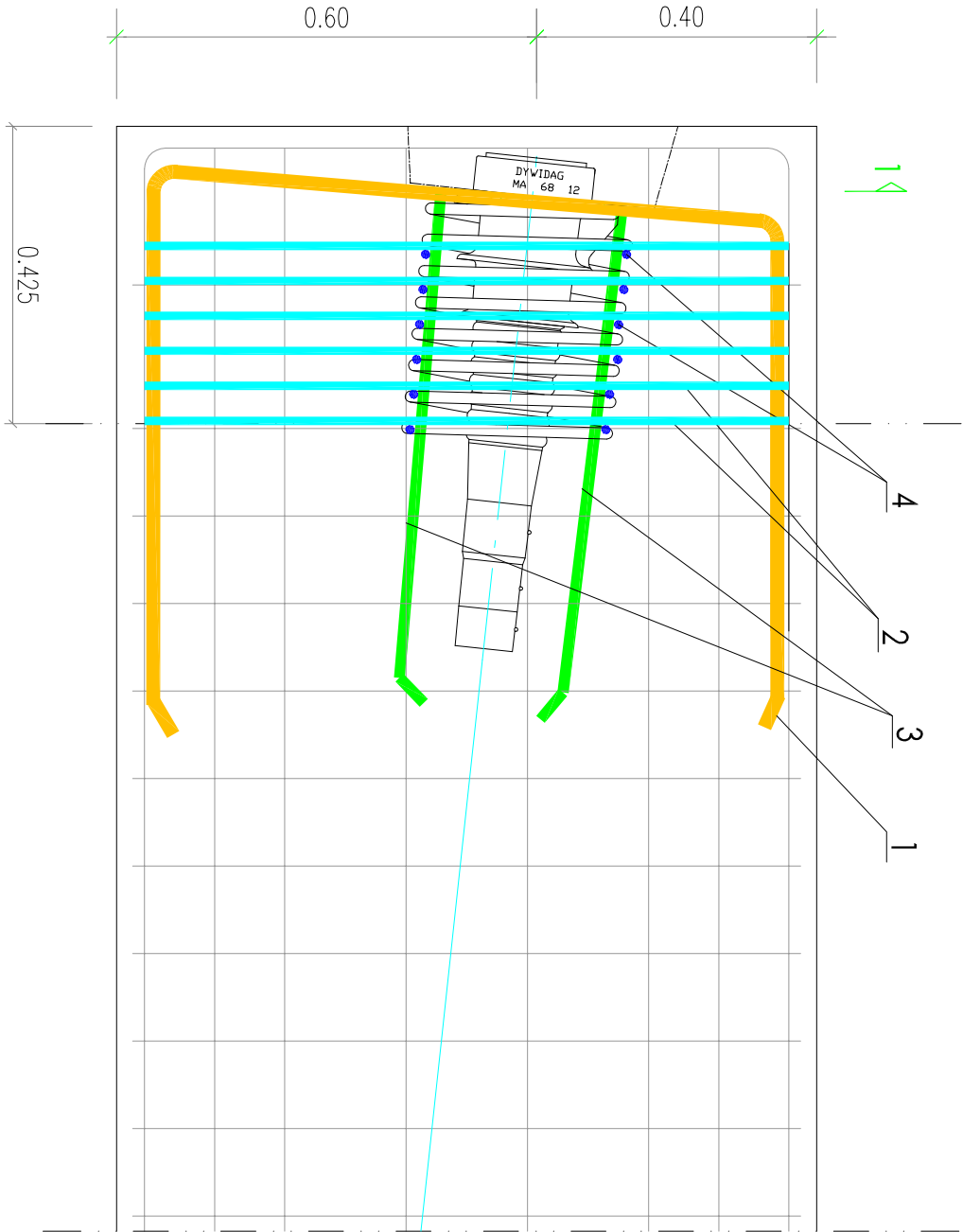
Cabos: 1

Strands 12

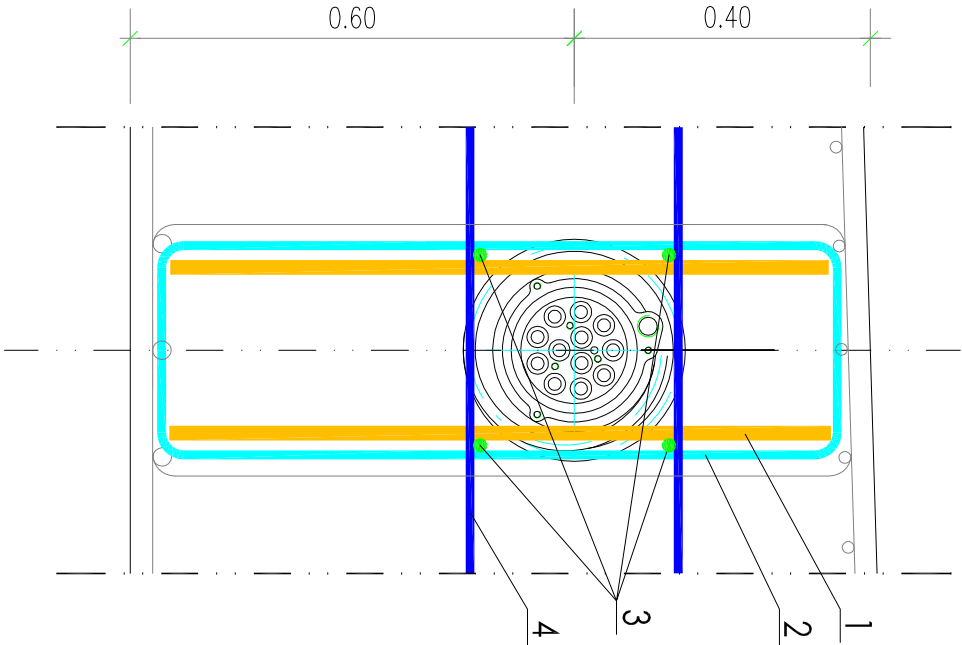


REF.	DESIGNAÇÃO														
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K			
(1)	Força inicial (KN) / strand														
(2)	Força inicial após perdas de atrito (KN)	209,0	203,4	196,9	191,7	186,3	180,1	186,3	191,7	196,9	203,4	209,0			
(3)	Perdas devidas ao recuo das cunhas (KN)	23,5	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	23,5			
(4)	Perdas devidas à deformação elástica do betão (KN)	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5			
(5)	Força inicial /st após perdas imediatas (KN) (Po/st)	183,0	198,8	194,5	189,4	184,1	177,9	184,1	189,4	194,5	198,8	183,0			
	Força final por cabo após perdas imediatas ( KN ) ( Po/cabo)	2.195,6	2.385,0	2.334,3	2.272,7	2.208,8	2.134,6	2.208,8	2.272,7	2.334,3	2.385,0	2.195,6			
(6)	Perdas por relaxação dos cabos (KN)	4,6	5,0	4,9	4,7	4,6	4,4	4,6	4,7	4,9	5,0	4,6			
(7)	Perdas por retracção do betão	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4			
(8)	Perdas por fluência do betão (KN)	3,7	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	3,7			
(9)	Perdas diferidas totais (KN)	14,7	15,4	15,2	15,0	14,7	14,4	14,7	15,0	15,2	15,4	14,7			
(10)	Força final por strand (KN) (Pu/st)	168,3	183,4	179,3	174,4	169,3	163,4	169,3	174,4	179,3	183,4	168,3			
(11)	Força final por cabo (Pu)	2.019,5	2.200,4	2.152,0	2.093,1	2.032,1	1.961,2	2.032,1	2.093,1	2.152,0	2.200,4	2.019,5			
(13)	Força final de Projecto ( Pu )														
(14)	Diferença verificada ( % )														

Corte lateral  
esc. 1:10

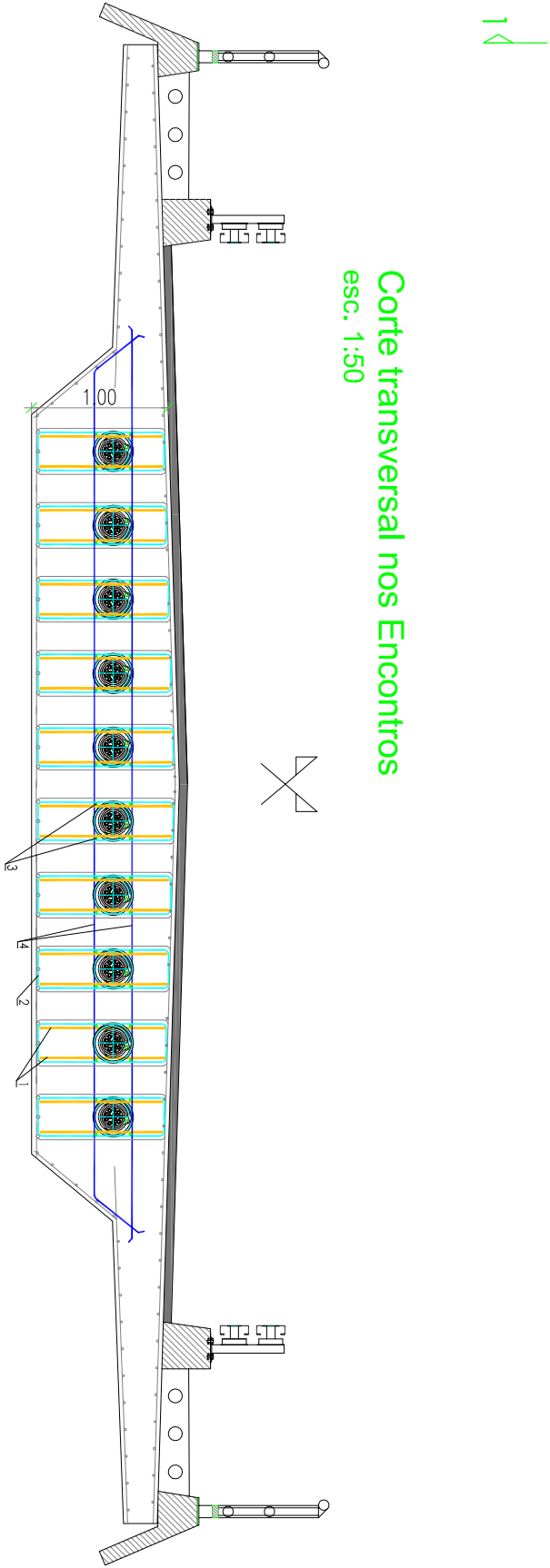


Corte 1/1  
esc. 1:10



REFº	ESQUEMA DE ARMADURAS	Ø at.	A 500 NR
1		2 Ø20	
2		6 Ø16 at 0,05	
3		4 Ø16 por ancoragem	
4		6 Ø16 at 0,05	
5		Ø16	

Corte transversal nos Encontros  
esc. 1:50



**NOTA Pré-Esforço:**

- Após o esticamento dos cabos de pré-esforço as caixas serão seladas com microbetão (30 kg sikagrout + 15 kg de gralilha 3 a 10 mm).

CABOS: 10 CABOS - 12ST

ACO: PRÉ-ESFORÇO 1670/1860 (Baixa Relaxação, 150mm2)

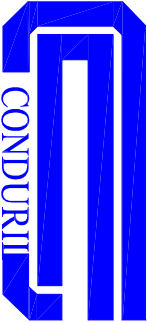
BAINHAS: Ø 55

NOTAS: COTAS EM RELAÇÃO AO EIXO DAS BAINHAS

RESISTENCIA DO BETÃO A COMPRESSÃO  
À DATA DE APLICAÇÃO DO PRÉ-ESFORÇO - 28,90MPa

CABOS	FORÇA PUXE
Todos	209 KN/ST

*Handwritten signature*



ESCALA:  
Conforme Indicado  
(folha A3)

DESIGNAÇÃO:

Ponte sobre o Rio Lombe  
Pré-esforço  
Armaduras de Reforço

Nº

02.02.PE


200

DATA:

07-02-2012

**Anexo VI** – Partes Diárias (mod.004/DP), Relatório Mensal de Produção (mod. 015/DP), Relatório Semanal de Produção (mod. 600/DP), Mod. 196/DP – Situação de Obra



	<b>RELATÓRIO MENSAL DE PRODUÇÃO</b>		RMP N.º: <u>02/2012</u>
	OBRA: <u>Ponte Sobre Rio Lombe</u>	N.º: _____	PÁG.: <u>1 / 2</u>
	PROVÍNCIA: <u>Malanje</u>	MÊS: <u>Jan-12</u>	DATA: <u>31-01-2012</u>

## 1. INTRODUÇÃO

No mês de janeiro concluiu-se a montagem do estaleiro, deram-se continuidade aos trabalhos de abertura de fundações do E1 e E2 e posterior betonagem das sapatas do E2 e E1. Iniciaram-se ainda os levantamentos dos muros dos encontros.

## 2. ANÁLISE DO PROGRAMA DE TRABALHOS

### 2.1. Actividades executadas

Montagem do estaleiro, execução de enscadeiras, escavações para abertura das fundações, betonagem de encontros. aterro junto aos elementos estruturais.

### 2.2. Desvios relativamente ao Plano de Trabalhos (PGA 6.1.1 - Planeamento de Obra)

Prazo Contratual (*) (dias)	Atraso (*) (dias)	I <sub>1</sub> (%)
180	0	0,00

(\*): Se nada for especificado no contrato, e segundo o DL 20/10, os prazos/atrasos são contados em dias úteis (excluindo sábados, domingos e feriados).

### 2.3. Indicadores Económicos (PGA 6.4.1 - Realização e Controlo de Obra)

		Facturação (USD)	Custos (USD)	Facturação - Custos (USD)	R (%)	Mês	Acum.
Orçamentado (previsto)	Mês	501.000,00	701.150,00	-200.150,00		I <sub>1</sub>	1,60
	Acum.	1.032.000,00	1.231.800,00	-199.800,00			
Verificado (realizado)	Mês	503.339,00	315.521,00	187.818,00	59,53	I <sub>2</sub>	1,01
	Acum.	1.040.989,08	664.055,00	376.934,08	56,76		
Diferença (Verif. - Orçam.)	Mês	2.339,00	-385.629,00	387.968,00		I <sub>3</sub>	-1,89
	Acum.	8.989,08	-567.745,00	576.734,08			

### 2.4. Dependência de Subempreitadas (PGA 6.3.2 - Subempreitadas)

		Custos (Subempreitadas) (USD)	Facturação da Obra (USD)	I <sub>1</sub> (%)
Mês		0,00	537.650,00	0,00
Acum.		0,00	537.650,00	0,00

### 2.5. Possíveis causas dos desvios e acções a empreender

Atraso no despacho do cimbra da Doka

### 2.6. Notas finais (situações relevantes)

Nada a referir.



## 3. FOTOGRAFIAS DA OBRA



## RELATÓRIO SEMANAL DE PRODUÇÃO

CENTRO DE CUSTO: **920131 - Ponte do Lombe**

PERÍODO: **30-01-2012 a 05-02-2012**

NOME DO FICHEIRO: **600DP\_05\_2012\_PL.xls**

### FACTURAÇÃO

Produção de Obra	109.257,17 USD
------------------	----------------

---

<b>TOTAL</b>	<b>109.257,17 USD</b>
--------------	-----------------------

### CUSTOS

<b>Pessoal</b>	<b>36.258,32 USD</b>
----------------	----------------------

<b>Compras</b>	<b>0,00 USD</b>
----------------	-----------------

<b>Máquinas</b>	<b>8.748,00 USD</b>
-----------------	---------------------

equipamento interno	0,00 USD
---------------------	----------

equipamento externo	7.290,00 USD
---------------------	--------------

<b>Sub-Empreitadas</b>	<b>0,00 USD</b>
------------------------	-----------------

<b>Diversos</b>	<b>1.913,25 USD</b>
-----------------	---------------------

<b>Despesas Gerais (20% da facturação)</b>	<b>21.851,43 USD</b>
--	----------------------

---

<b>TOTAL</b>	<b>68.771,00 USD</b>
--------------	----------------------

---

**RESULTADO**

**40.486,17 USD**

**RESULTADO (%)**

**58,87 %**

CONDURIL ANGOLA	<u>SITUAÇÃO DE OBRA</u>	N.º: Jan-12
		PÁG.: 1 / 2
		DATA: 31-01-2012

EMPREITADA :	Ponte sobre o Rio Lombe		N.º:	31	CONSÓRCIO C/:		PARTICIP. (CONSÓRCIO):	-
LOCAL / PROVÍNCIA:	Malanje	/	Malanje		TIPO DE OBRA :	Obras de Arte		
DONO DE OBRA :	INEA	FISCALIZAÇÃO:	INEA / LEA		RESP. FISC.:	Não definido	TLM :	
TIPO DE EMPREITADA:	Série de Preços	(Valor Global / Percentagem / Série de Preços)						

Data		Duração		Até		Data		Valor (USD)	
Adjudicação	22-11-2011	Prazo de Execução inicial / Data de Fim	6 meses	/	31-05-2012	Contrato inicial			2.996.990,37
Auto de Consignação	N/A	Tipo - Denominação		De	Até	Contratos adicionais	Denominação	Data	Valor (USD)
Recepção Provisória parcial (1.ª)		Prorrogações de Prazo de Execução							
Recepção Provisória total									
Recepção Definitiva									
Libertação de Garantias Bancárias		Período de Garantia / Data de Fim	24 meses	/	01-07-2014	Conta final da Empreitada			2.996.990,37

[illegible]

Tipo de auto: **TC** (Trabalho contratual)  
**TA** (Trabalho contratual adicional)  
**T+ ou T-** (Trabalho a mais ou a menos)  
**RP** (Revisão de preços)

%(\*) : Percentagem do valor do Contrato Inicial

(\*\*): Utilizar uma só célula para o mês em questão (traçar as outras)

(\*\*\*): Para apuramento de trabalhos realizados e não facturados

PARTICIP. (CONSÓRCIO): -

[illegible]

(\*\*): Utilizar uma só célula para o mês em questão (traçar as outras)  
(\*\*\*): Para apuramento de trabalhos realizados e não facturados